

Die Verwendung von ^{87m}Sr und ^{113m}In
zur Verlaufsbeobachtung
entzündlicher Gelenkserkrankungen der Hände und Füße

Walter Dorsch

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Klinik und Poliklinik
für Radiologie der Universität München
(Direktor: Prof. Dr. J. Lissner)

Die Verwendung von ^{87m}Sr und ^{113m}In
zur Verlaufsbeobachtung entzündlicher Gelenkserkrankungen
der Hände und Füße



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität München

vorgelegt von
Walter Dorsch
aus
München
1975



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. K. W. Frey

Mitberichterstatter: Prof. Dr. J. Lissner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 29.7.1975

Meinen Eltern
in Dankbarkeit

Gliederung

I Themastellung

II Schrifttum

1. Entzündlich-rheumatische Gelenkserkrankungen
 1. 1. Chronische Polyarthrititis
 1. 2. Lupus Erythematodes
 1. 3. Rheumatisches Fieber
 1. 4. Rheumatoide / Morbus Reiter
 1. 5. Peripherer Morbus Bechterew
 1. 6. Arthritis psoriatica
 1. 7. Arthritis tuberculosa
2. Der Einsatz nuklearmedizinischer Methoden zur Diagnostik von Gelenkserkrankungen
 2. 1. Radioaktive osteotrope Substanzen und Knochenstoffwechsel
 2. 2. Radioindium als Blutraumindikator
 2. 3. Bisherige Erfahrungen über den Einsatz von Radiostrontium zur Diagnostik von Krankheiten der Knochen und Gelenke
 2. 4. Fehlinterpretationen, falsch negative, falsch positive Befunde
 2. 5. Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin
 2. 6. Strahlenbelastung

III Materialien und Methoden

1. Untersuchungsmethoden / Methoden der Auswertung nuklearmedizinischer Meßergebnisse
 1. 1. Klinische Untersuchung
 1. 2. Röntgenuntersuchung
 1. 3. Szintigraphische Untersuchung
 1. 4. Zählratenbestimmung
 1. 5. Berechnung der Größe von nuklearmedizinischen Parametern
 1. 6. Statistische Methoden

2. Untersuchungsgut / Patienten
2. 1. Patienten, Diagnosen, Krankheitsbeginn, Meßzeitpunkte
2. 2. Therapie
3. Überprüfung der Konstanz nuklearmedizinischer Bezugs-
 werte
3. 1. Mittelwert der Zählraten über den Unterschenkelmitten
3. 2. Zählraten in 5 ml Blut
3. 3. Zählraten über dem Herzen
4. Vergleich klinischer, röntgenologischer und nuklearmedi-
 zinischer Daten von Gelenken
4. 1. Handgelenke
4. 1. 1. Gesunde Handgelenke
4. 1. 1. 1. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)
4. 1. 1. 2. Statistik bei ungepaarten Werten
4. 1. 2. Klinisch auffällige Gelenke
4. 1. 2. 1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten
4. 1. 2. 2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4. 1. 2. 1.
4. 1. 2. 3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)
4. 1. 2. 4. Statistik bei ungepaarten Werten
4. 1. 3. Klinisch unauffällige Gelenke (Gliederung wie 4. 1. 2.)
4. 1. 4. Synovektomie
4. 2. Fingergelenke (Gliederung wie 4. 1.)
4. 3. Sprunggelenke (Gliederung wie 4. 1.)
4. 4. Zehengelenke (Gliederung wie 4. 1.)
4. 5. Kurze Zusammenfassung
5. Vergleich klinischer, röntgenologischer und nuklear-
 medizinischer Daten von einzelnen Patienten (Kasuistik)
5. 1. Zwei Einzelfälle
5. 1. 1. Chronische Polyarthrititis
5. 1. 1. 1. Zusammenstellung von Zählraten der 1. und 2. Untersuchung

- 5. 1. 1. 2. Vergleich der Zählraten (5. 1. 1. 1.) mit Normalwerten
- 5. 1. 1. 3. Vergleich klinischer und radiologischer Daten
- 5. 1. 2. Arthritis tuberculosa (Gliederung wie 5. 1. 1.)
- 5. 2. Noch ungeklärte Diagnosen (2 Patienten)
- 5. 2. 1. 1. Patient (Gliederung wie 5. 1. 1.)
- 5. 2. 2. 2. Patient (Gliederung wie 5. 1. 1.)
- 5. 3. Hochdosierte Cortisontherapie (6 Patienten)
(Gliederung wie 5. 2.)

IV Ergebnisse (Gliederung wie III)

V Diskussion

VI Zusammenfassung

VII Tabellen (Gliederung wie III)

VIII Literaturverzeichnis

I Themastellung

Seit langem bemühen sich Rheumatologen um ein einfaches Verfahren, das ihnen erlaubt, den Verlauf entzündlich-rheumatischer Gelenkserkrankungen zu verfolgen und möglichst quantitativ zu erfassen.

In den letzten Jahren ist von verschiedenen Autoren über den Einsatz von Radionukliden zur Diagnostik entzündlicher Gelenkserkrankungen berichtet worden (21, 32, 33, 45, 65).

Die vorliegende Arbeit soll die Frage klären helfen, welchen Beitrag die Nuklearmedizin unter Anwendung von ^{113m}In und ^{87m}Sr zur Verlaufskontrolle entzündlich-rheumatischer Gelenkserkrankungen leisten kann. Untersucht wurden Finger- und Handgelenke, Zehen- und Sprunggelenke.

Es wird versucht, durch quantitative Radioaktivitätsbestimmungen Zahlenmaterial zu erhalten, durch das der Verlauf der Gelenkserkrankung objektiviert und reproduzierbar verfolgt werden kann.

Es wird untersucht, ob es durch szintigraphische Darstellungen gelingt, Regionen höherer Entzündungsaktivität von solchen niedriger Aktivität zu differenzieren. Die nuklearmedizinischen Befunde werden mit klinischen und röntgenologischen Verlaufskriterien verglichen. Außerdem soll bestimmt werden, wie eng im Einzelfall die Korrelation zwischen klinischem Entzündungsgrad, röntgenologisch erfassbaren Krankheitsstadium und nuklearmedizinischen Meßgrößen ist.

II. Schrifttum

1. Entzündlich rheumatische Gelenkserkrankungen

1.1. Die chronische Polyarthrititis

Die Ursache der chronischen Polyarthrititis (cP) ist bis heute unbekannt. Autoallergische Mitursachen spielen aber wahrscheinlich eine große Rolle. Ein Versuch, die immunpathologischen Mechanismen synoptisch darzustellen, ist in Abb. 1 dargestellt (39).

Pathologisch-anatomisch beginnt die cP mit einer Entzündung der Gelenkkapsel. Es kommt zur Exsudation von Blutplasma und einer Emigration von Zellen in die Gelenkhöhle. Synovialzellen, die die Gelenkkapsel begrenzen, werden herdförmig zerstört, während andere Synovialzellen sich vermehren. Die proliferative Phase der Entzündung führt zur Ausbildung des sog. Pannus. Dieses gefäß- und zellreiche Bindegewebe wächst vom Stratum synoviale oder vom subcartilaginären Markraum des Knochens in den Gelenkknorpel ein und zerstört ihn. Im Endstadium bildet sich eine fibröse Ankylose (64).

Der klinische Beginn der Krankheit kann akut oder schleichend sein, es können ein oder mehrere Gelenke befallen sein. Häufig finden sich bei der cP angiologisch nachweisbare Durchblutungsstörungen. Etwa die Hälfte der schweren und langdauernden Fälle zeigt eine periphere obliterierende Endarteriitis (18). Charakteristisch ist die Geschlechts- und Altersverteilung der cP; es sind v. a. ältere Frauen befallen (47).

Die Diagnose der Krankheit kann z. T. erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Als diagnostische Leitkriterien wurden 11 Symptome verifiziert :

- Morgen-Steifigkeit
- Bewegungsschmerz oder Druckdolenz in mindestens einem Gelenk
- Weichteilschwellung wenigstens eines Gelenkes
- Schwellung mindestens eines weiteren Gelenkes mit wenigstens dreimonatigem Intervall
- Symmetrische Gelenkschwellung der Fingermittel- und grundgelenke
- Subkutane Knotenbildung
- Charakteristische röntgenologische Veränderungen
- Positive Agglutinationsreaktionen (Rheumafaktor)
- Pathologische Veränderungen der Synovialflüssigkeit
- Charakteristische histologische Veränderungen der Synovialmembran
- Charakteristische histologische Befunde in granulomatösen Knoten

Die Therapie der cP ist sehr langwierig und umfangreich.

Man verfügt über physikalische, medikamentöse und chirurgische Mittel, daneben noch über Krankengymnastik, Bäderkuren, orthopädische Maßnahmen u. a. m. .

Unter den zur Therapie der cP benutzten Medikamenten unterscheidet man 3 Gruppen : Analgetica und Antiphlogistica zur symptomatischen Therapie, Corticosteroide und sog. Basistherapeutica. Die Wirkungsweise dieser letzten Gruppe ist z. T. unbekannt, ihr gehören an : Goldsalze, Chloroquinderivate und Immunsuppressiva wie z. B. D-Penicillamin (s. a. Abb. 2).

Die Wirkung von Corticosteroiden ist komplex: Ihre anti-phlogistische Aktivität entfalten sie über eine Hemmung mehrerer zellulärer Elemente, eine Herabsetzung der Gefäßpermeabilität (Verminderung der Exsudation) und über eine Hemmung aller jener komplizierten biologischen Reaktionen, die mit dem Entzündungsgeschehen verbunden sind. (Hemmung der Leukozytenimmigration, Stabilisierung der Zell- und Lysosomenmembran u. v. a.). Die Beeinträchtigung der immunologischen Abwehr erfolgt v. a. über eine Verminderung der Antikörperbildung (12).

1. 2. Gelenkbeteiligung beim Lupus erythematoses visceralis

Zwischen der cP und dem Lupus erythematoses besteht eine nahe "serologische Verwandtschaft" (42). Es lassen sich bei dieser Krankheit zahlreiche Autoantikörper nachweisen, die z. T. pathogene Bedeutung haben: Erythrozytäre Antikörper → Hämolyse, antileukozytäre Antikörper → Leukopenie, Antiprothrombinantikörper → Gerinnungshemmung usw. Charakteristisch ist das Auftreten antinukleärer Faktoren im Blutplasma. Grundlage der Erkrankung ist eine Vasculitis, sie betrifft kleine Arterien, Arteriolen und seltener Venen. Sie geht mit Fibrinoidablagerungen einher und ist von einer perivaskulären Entzündung unterschiedlicher Intensität begleitet (64). Es werden verschiedenste Organe befallen:

Am häufigsten (92 %) treten Gelenkbeschwerden auf, die im Gegensatz zur cP nur bei jedem vierten Patienten zu Gelenkdeformitäten führen. Die Mitbeteiligung der peripheren Gefäße äußert sich in Raynaud-Phänomenen (18 %), Arterienverschlüssen u. ä. (42).

Eine spezifische Therapie ist nicht bekannt; es werden hauptsächlich Steroide benutzt, daneben Chloroquin und Immunsuppressiva.

1. 3. Das Rheumatische Fieber

Das Rheumatische Fieber ist eine hyperergische Reaktion auf eine Infektion mit β -hämolisierenden Streptokokken der Gruppe A. Die pathogenetische Bedeutung der Streptokokken und der hyperergischen Immunreaktionen ist noch nicht vollständig entschlüsselt (47).

Klinisch äußert sich die Krankheit v. a. in einer Carditis, einer folgenlos abheilenden Polyarthrit, evt. einer Chorea, bestimmten Hauterscheinungen und allgemeinen Entzündungszeichen (42).

1. 4. Rheumatoide / Morbus Reiter

Unter Rheumatoiden versteht man abakterielle Gelenkentzündungen, die meist im Gefolge spezifischer Infektionskrankheiten, aber auch im Rahmen allergischer Prozesse und als paraneoplastische Syndrome bei malignen Tumoren auftreten können.

Der M. Reiter weist Beziehungen zu den Rheumatoiden auf, da auch hier Infektionen ursächlich angenommen werden (42).

Das klinische Bild ist gekennzeichnet durch die Trias :
Polyarthrit, Urethritis und Conjunctivitis.

1. 5. Peripherer Morbus Bechterew

Veränderungen durch diese Erkrankung sind vorwiegend an der Wirbelsäule und den Sacroiliacalgelenken zu finden. Seine Ursache ist unbekannt, diskutiert werden Infektionskrankheiten und infektiöse Streuherde; eine hereditäre Disposition ist

umstritten (37, 61). Das pathologisch anatomische Bild gleicht dem der cP. Eine Beteiligung der großen Gelenke kommt vor und kann besonders bei Kindern die erste Manifestation der Krankheit sein. Seltener ist ein Beginn an den kleinen Gelenken der Hände und Füße (37).

1. 6. Arthritis psoriatica

Die Arthritis psoriatica befällt in der Regel mehrere Gelenke. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegenüber der cP ist der stets negative Waaler-Rose-Test. Bevorzugt werden die t e r m i n a l e n Interphalangealgelenke. Typisch ist ein asymmetrischer Gelenkbefall v. a. der kleinen peripheren Gelenke, wobei isoliert betroffene Gelenke besonders schwer erkranken können (37).

1. 7. Die Arthritis tuberculosa

Als letzte entzündlich-rheumatische Gelenkserkrankung sei noch die Arthritis tuberculosa erwähnt. Eine konstante, oft über Monate dauernde Überwärmung des erkrankten Gelenkes unterscheidet diese Entzündung von anderen Gelenkserkrankungen. Die Diagnose stützt sich auf kulturell nachweisbare Tuberkelbakterien im Gelenkpunktat. Das Röntgenbild zeigt erst in fortgeschrittenen Stadien primäre oder sekundäre Veränderungen (42).

2. Der Einsatz nuklearmedizinischer Methoden zur Diagnostik von Gelenkserkrankungen

2. 1. Radioaktive osteotrope Substanzen und Knochenstoffwechsel

Calcium und Phosphate stellen den Hauptanteil des Aschengehaltes des Knochens (Ca: 37 %, PO_4 : 50 %). Außer ihnen sind noch Natrium (0,8 %), Magnesium (0,6 %), Kalium (0,15 %)

und als Anionen Carbonat (7,8 %), Fluor (0,05 %) und Chlor (0,05 %) am Aufbau des Knochens beteiligt. Calcium und Phosphat sind im Knochen in den Hydroxyapatitkristallen enthalten, die den Kollagenfasern der Interzellulärsubstanz angelagert sind. Trotz seiner Schwerlöslichkeit steht der Apatit in ständigem Austausch mit zirkulierenden Ca- und PO_4 -Ionen. Diese Stoffwechselvorgänge konnten erst mit radioaktiven osteotropen Substanzen genauer beobachtet werden.

Obwohl sich ^{47}Ca seines biochemischen Verhaltens wegen am ehesten für solche Untersuchungen eignen würde, wird es wegen seiner harten Gammastrahlung von 1,31 MeV und der dadurch bedingten geringen Empfindlichkeit von Szintillationssonden kaum zur Szintigraphie benutzt (29). Dagegen haben sich als Tracersubstanzen besonders Radiostrontiumisotope bewährt. Sie lagern sich in der Calciumapatitsubstanz des Knochens ab. Zunächst geraten sie in die Hydratationsschale des Apatits und treten in raschen Austausch mit den oberflächlichen Ionen des Kristallgitters. In einem langsamen, auf Diffusion beruhenden Austausch wird das tiefer im Kristall liegende Calcium durch Strontium ersetzt. Ein Teil des Strontium wird schließlich fest in den Knochen eingebaut (3). Das Strontium nimmt an allen Umbauprozessen des Knochens teil, so wird also vom Knochengewebe die Substanz wieder freigegeben und in Stuhl und Urin ausgeschieden (52).

Zwanzig Minuten nach der intravenösen Injektion sind im Blutserum nur noch 20 % der zugeführten Menge Radiostrontium nachweisbar, nach 24 Stunden etwa 3 % (2). Die biologische Halbwertszeit für Strontium in Weichteilen und Körperflüssig-

keiten beträgt etwa 36 Stunden, 50 % des im Knochen abgelagerten Strontium werden mit einer Halbwertszeit von 15 Tagen ausgeschieden, weitere 25 % mit einer HWZ von 600 Tagen (29). Die Ausscheidungsrate von Strontium ist 5 mal so groß wie die von Calcium (29).

In Bereichen höherer Stoffwechselaktivität wird Strontium vermehrt angereichert (51, 69); dies erklärt die Tatsache, daß der Knochenempfang beim Vierjährigen etwa 4 mal so hoch ist wie beim Erwachsenen (38).

In der Nuklearmedizin werden v. a. ^{85}Sr und $^{87\text{m}}\text{Sr}$ als Strontiumisotope benutzt. ^{85}Sr ist geeignet zur Skeletszintigraphie, die Wichtigkeit bei der Frühdiagnostik von Knochenerkrankungen wird diskutiert (3, 7, 20, 51, 60). Es leistet gute Dienste nicht nur bei der Metastasensuche, sondern auch bei der Diagnostik benigner Knochenaffektionen (7, 8, 20, 25, 60). Ein Nachteil ist die verhältnismäßig hohe Strahlenbelastung bei der Applikation von ^{85}Sr (s. 2. 6). $^{87\text{m}}\text{Sr}$ verursacht eine wesentlich geringere Strahlenbelastung. Das bedeutet, daß größere Aktivitäten verabreicht werden können, wodurch höhere Impulsraten erzielt und kürzere Untersuchungszeiten ermöglicht werden.

2. 2. Radioindium als Blutraumindikator

$^{113\text{m}}\text{In}$ wird aufgrund seiner intravasalen Verweildauer als eine zur Blutraumszintigraphie geeignete Substanz angesehen (46).

Nach Gabe von Indium-(III)-Chlorid wird das Ion von den β -Globulinen des Plasma s gebunden und verbleibt längere Zeit in der Blutbahn (72). Die Bindung erfolgt wahrscheinlich

an die Serumproteinfraktion Transferrin (46, 58, 73).

Diese Bindung wird während der ersten drei Stunden als stabil angesehen (46), die Radioaktivität bleibt also während dieser Zeit intravasal.

Nach Absättigung des Transferrin mit FeCl_3 wird injiziertes $^{113\text{m}}\text{In}$

In hauptsächlich in Nieren und Knochenmark gefunden (53). Das gleiche Ergebnis erhielt man nach Absättigung mit inaktiven Indium oder Galium (44).

2. 3. Bisherige Erfahrungen über den Einsatz radioaktiver Substanzen zur Diagnostik von Krankheiten der Knochen und Gelenke

In der Diagnostik pathologischer Knochenumbauprozesse haben sich nuklearmedizinische Methoden bewährt. Sie erlauben z. T. eine frühere und genauere Erfassung vieler Knochenkrankheiten als beispielsweise Röntgenuntersuchungen. Allerdings sind die Ergebnisse nicht spezifisch und deshalb nur in Verbindung mit anderen Untersuchungsmethoden wie Klinik, Röntgen und Labor zu werten (5, 9, 25, 28, 52). Für die Beurteilung der Aktivität eines Krankheitsprozesses hat der Einsatz radioaktiver Isotope gute Hinweise gegeben (45, 53, 54).

1966 wurde auf die deutlich erhöhte ^{85}Sr -Aufnahme chronisch entzündeter Gelenke hingewiesen. Ein Vergleich gesunder und kranker Gelenke von 21 an chronischer Polyarthritiden leidenden Patienten brachte folgendes Ergebnis : 1 Woche nach der Injektion von $20\text{ }\mu\text{Ci } ^{85}\text{Sr}$ war die Zählrate in osteoporotischen Gelenken höher als in normalen. War der Gelenkspalt stark verschmälert, stieg die Zählrate noch höher an. Das Verhältnis der Uptake-Raten pathologischer und normaler Gelenke betrug $1,45 \pm 0,40$ (p 0,1 %). Der Autor (45) stellte eine Parallelität fest zwischen dem röntgenologisch erfassten

Schweregrad der Schädigung und der Aufnahme von ^{85}Sr . Andere Studien (52, 53) bestätigten die Auffassung, daß eine im Vergleich zum kontralateralen Gelenk erhöhte Zählrate auf einen pathologischen Knochenumbauprozess hindeutet. Der ausschließliche Vergleich kontralateraler Gelenke bedeutet ein Risiko: Sind beide Gelenke gleich intensiv befallen, so entzieht sich dieser Befund der nuklearmedizinischen Untersuchung. Es wurden deshalb verschiedene andere Bezugspunkte empfohlen:

die Gegend des Fersenbeins mit dem Sprunggelenk (34, 63),

der 7. Halswirbel oder der 4. Lendenwirbel (30) und die Tibiamitten (52, 53).

Ein Autor (9) verzichtete auf solche Bezugspunkte. Er verabreichte seinen Patienten unter standardisierten Bedingungen die stets gleiche Menge ^{85}Sr ($50\text{ }\mu\text{Ci}$) und benutzte die absoluten Impulsraten als Meßzahlen.

Eine Möglichkeit zur Differenzierung aktiver und ruhender Gelenksprozesse wurde mit folgender Methodik gefunden:

24 Stunden nach der Injektion von ^{85}Sr wurden die Gelenke ein erstes Mal gemessen, 7 Tage danach zum zweiten Mal. Beide Zählraten wurden miteinander verglichen. Bei aktiv destruierenden Prozessen ergaben sich höhere Indexwerte, d. h., die Anreicherung von Strontium hatte zugenommen, bei "ruhigen" arthrotischen oder postnekrotischen Zuständen wurden niedrigere Indexwerte gefunden (53, 54). Der Autor gab die Zuverlässigkeit seiner Methode mit 90 % an (54). Kurzlebige Isotope wie $^{87\text{m}}\text{Sr}$ und ^{18}F hielt er für weniger geeignet, da sie nicht wie ^{85}Sr Kontrollmessungen nach länge-

rem Abstand erlauben (54).

Eine vergleichende Studie mit ^{87m}Sr , ^{85}Sr und ^{99m}Tc -Per-technetat an 20 Patienten führte zu folgendem Ergebnis :

^{85}Sr zeigt in hyperämischen Weichteilprozessen keine vom Normalen abweichende Aktivitätsaufnahme. Szintigramme von ^{87m}Sr und ^{99m}Tc liefern identische Befunde. Auch wenn mit ^{85}Sr eine Knochenbeteiligung ausgeschlossen werden kann, ist die Aufnahme von ^{87m}Sr in entzündeten Gelenken erhöht. Daraus wurde der Schluß gezogen, daß sich ^{87m}Sr wohl zum Nachweis einer Synovitis eigne, nicht aber zur Beurteilung einer Knochenbeteiligung. Die szintigraphische Darstellung von gutartigen oder bösartigen Knochenkrankheiten mit ^{87m}Sr beruhe auf dem Nachweis einer Hyperämie und erst in zweiter Linie auf dem Nachweis eines verstärkten Knochenumbaus (65).

Zwei andere Autoren weisen ebenfalls auf die hohe ^{87m}Sr -Aktivität hin, die man 1 - 2 Stunden nach der Injektion noch im Blut findet und halten deshalb frühe Szintigramme mit ^{87m}Sr eher für Hyperämie-Szintigramme (21, 36).

In einem gewissen Widerspruch hierzu steht die Auffassung, daß szintigraphisch erkennbare Aktivitätsanreicherungen im Skelet stets für das Vorliegen einer lokal vermehrten Knochenneubildung sprechen. Dies wird anhand des ^{87m}Sr -Szintigrammes eines 14jährigen belegt, das 1 Stunde nach der Injektion von 0,3 mCi eine intensive Radioaktivitätsspeicherung in den Wachstumszonen zeigt (9).

1973 wurden vergleichende Untersuchungen mit ^{87m}Sr und ^{113m}In an entzündlichen Gelenkserkrankungen durchgeführt. Es zeigte sich bereits 30 Minuten nach der Injektion ein ungleiches Verteilungsmuster beider Isotope (14, 15).

Im ^{87m}Sr -Szintigramm kamen Herde zur Darstellung, die im ^{113m}In -Szintigramm nicht sichtbar wurden (15). Als Ursache dieser zusätzlichen Herde konnte eine Weichteilanreicherung von ^{87m}Sr wahrscheinlich gemacht werden (17).

1972 wurde der Begriff der "Prozentualen Akkumulation" eingeführt. Man versteht darunter das Verhältnis der Zählraten von ^{87m}Sr etwa 10 Minuten nach der Injektion zu den Raten, die 2 Stunden später gemessen werden (14). Dieser Wert erwies sich als gut brauchbar z. B. in der Diagnostik entzündlicher Kniegelenkserkrankungen: Bei 12 Normalpatienten lag er im Mittel bei 42,6 % (Max. 50 %, Min. 31 %), dagegen er bei 18 entzündlich veränderten Kniegelenken höher lag (61,5 %, Max. 75 %, Min. 46 %) (14).

1971 konnte auch gezeigt werden, daß 40 Minuten nach der Injektion von ^{87m}Sr die Aktivitätsmenge im Bereich der Unterschenkelmitten konstant bleibt. Dieser Befund wird damit erklärt, daß die Knochensubstanz der Tibia- und Fibuladiaphysen nur wenig stoffwechselaktive Spongiosa enthält, sondern hauptsächlich Compacta, die nur einen langsamen Calciumturnover aufweist (13). Nach Absättigung des in diesem Bereich kleinen schnellen Calciumpools wird ein Gleichgewicht postuliert zwischen der Radioaktivitätsabnahme in Blut und Weichteilen und dem langsamen Einbau von ^{87m}Sr in die Unterschenkeldiaphysen (13a). Da sich der Anreicherungsmodus im Bereich der Unterschenkelmitten und im Bereich der Gelenke deutlich unterscheidet, könnten die Tibiamitten als Bezugspunkte für Gelenkmessungen auch mit ^{87m}Sr empfohlen werden (13).

1971 wurde der Einsatz von ^{87m}Sr Strontium zur Verlaufskontrolle der chronischen Polyarthritits vorgeschlagen (5 a). Die Autoren gingen von der Vorstellung aus, daß der erhöhte Radiostrontiumumsatz bei der chronischen Polyarthritits vor allem einen veränderten Calciumstoffwechsel des Knochens anzeigt.

Diese Auffassung steht in einem gewissen Widerspruch zu den Ergebnissen neuerer Arbeiten, wonach Radiostrontium bei der floriden chronischen Polyarthritits in nicht bekanntem Ausmaß Veränderungen der Gelenkeweichteile reflektiert (17).

In jüngster Zeit wurden verstärkt ^{99m}Tc Technetium markierte Phosphate (^{99m}Tc -Pyrophosphat ^{99m}Tc -Polyphosphat und ^{99m}Tc -Sn-Phosphat-Komplexe) für die Diagnostik von Gelenkserkrankungen eingesetzt, offenbar mit gutem Erfolg (s.o.a. 17).

Von den vielen gebräuchlichen Untersuchungsmethoden seien besonders erwähnt: Die Osteoszintimetrie (4 a) und die Meßmethode nach Bergmann (5 a).

2. 4 Fehlinterpretationen, falsch positive und falsch negative Befunde

Eine der Ursachen falsch positiver und falsch negativer Befunde in der Szintigraphie mit ^{87m}Sr ist der hohe Körperbackground. Besonders Bezirke mit vermehrter Durchblutung sollen falsch positive Befunde liefern können; etwaige Läsionen können in der hohen Backgroundaktivität versteckt bleiben (36).

Der erhöhte Strontium-Umsatz in Wachstumszonen kann zu Fehlinterpretationen Anlaß geben (62).

Erhöhte Radioaktivitätskonzentrationen finden sich an Stellen alter Frakturen. Der verstärkte Mineralstoffwechsel läßt sich etwa 2 Jahre lang nachweisen (6, 27).

Bei Hypostosen (z. B. nach Kinderlähmung oder bei kongenitaler Hüftgelenksluxation) beobachtet man einen herabgesetzten Strontiumeinbau in der ganzen betroffenen Extremität (52).

Beim Sudeckschen Syndrom findet man erhöhte Einbauwerte, ebenso beim varikösen Symptomenkomplex mit Periostosen (35).

Geringere Belastung eines Beines und seine geringere Durchblutung führen zur verminderten Einlagerung von Strontium (28).

Bei monoartikulären Gelenkserkrankungen können auch klinisch als gesund geltende Gelenke einen vermehrten Einbau von Strontium aufweisen (54).

Alle genannten Faktoren können v. a. bei Uptake-Messungen zu falsch positiven oder falsch negativen Befunden führen.

2.5 Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin

Als nuklearmedizinische Methoden in der Diagnostik von Knochenkrankheiten verstärkt eingesetzt wurden, wurde von einigen Autoren die Möglichkeit einer Differenzierung gutartiger von bösartigen Geschwülsten bejaht (4 , 24). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind völlig unspezifisch, sie stellen die Anwesenheit und Dynamik eines pathologischen Knochenumbauprozesses fest, über seine Entstehung sagen sie nichts aus (9 , 25, 50, 52). Die Erstellung der Art-diagnose einer Knochenkrankung hängt ausschließlich vom klinischen, röntgenologischen und histologischen Befund ab (9).

Die Isotopendiagnostik stellt also keinen Ersatz dar für klinische, röntgenologische oder biochemische Untersuchungen, sondern eine zusätzliche wichtige diagnostische Hilfe (52). Die Szintigraphie erlaubt einen früheren und exakteren Nachweis gesteigerter Knochenumbauprozesse und eine genauere Bestimmung ihrer Ausdehnung als Röntgenuntersuchungen (28). Im Szintigramm kommen auch Herde zur Darstellung, die aufgrund ihrer geringen Größe vom Röntgenbild nicht entdeckt werden (52). An Hand von Röntgenbildern läßt sich über den Aktivitätsgrad eines Knochenprozesses keine Aussage treffen (1), an Hand von nuklearmedizinischen Ergebnissen ist dies möglich (1 , 52).

2.6 Strahlenbelastung in der Diagnostik mit ^{113m}In , ^{87m}Sr und ^{85}Sr

Die physikalische Halbwertszeit beträgt für ^{113m}In 1,66 Stunden, für ^{87m}Sr 2,7 Stunden und für ^{85}Sr 65 Tage (11, 56, 19)

Bei Verwendung von $100 \mu\text{Ci } ^{85}\text{Sr}$ ergibt sich eine Strahlenbelastung von 0,68 rad für den gesamten Körper und 1,6 bis 4,6 rad für das Knochenmark (19). Benutzt man $1 \text{ mCi } ^{87\text{m}}\text{Sr}$, so vermindert sich die Strahlenbelastung auf 0,012 rad bzw. 0,41 rad (56).

Für $1 \text{ mCi } ^{113\text{m}}\text{In}$ errechnet sich eine Strahlenbelastung von 0,0095 rad für den ganzen Körper, von 0,014 für das Blut, von 0,45 rad für die Leber, von 0,082 für die Milz und von 0,018 rad für das Knochenmark (31).

III. Materialien und Methoden

1. Untersuchungsmethoden / Methoden der Auswertung nuklearmedizinischer Meßergebnisse

In dieser Arbeit soll die Wertigkeit bestimmter nuklearmedizinischer Methoden zur Verlaufskontrolle entzündlich-rheumatischer Gelenkserkrankungen überprüft werden. Zu diesem Zweck wird an jedem einzelnen Gelenk eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, deren Resultate miteinander verglichen werden. Alle Ergebnisse werden statistisch gesichert.

1.1. Klinische Untersuchung

Die klinischen Parallelbefunde zur ersten und zweiten nuklearmedizinischen Untersuchung erhoben die Ärzte der Rheumatiker-Ambulanz der Medizinischen Poliklinik. Ohne Kenntnis nuklearmedizinischer Daten wurde bei allen Patienten ein ausführlicher Gelenkstatus erstellt :

Zunächst wurde der individuelle Krankheitsverlauf der einzelnen Gelenke festgehalten und bestimmt, ob sie sich leicht oder stark verändert hatten.

Dann wurde die Entzündungsaktivität fast aller Gelenke beurteilt, und zwar nach folgendem Schema :

Stadium 0 : keinerlei Entzündungsaktivität

Stadium 1 : geringe Entzündungsaktivität

Stadium 2 : mäßige Entzündungsaktivität

Stadium 3 : starke Entzündungsaktivität

Stadium 4 : sehr starke Entzündungsaktivität

Darüber hinaus wurden die Patienten danach befragt, wie sie selbst den Krankheitsverlauf einzelner Gelenke einschätzten und welche Gelenke sie als besonders schmerzhaft empfanden.

1.2. Röntgenuntersuchung

Bei beiden nuklearmedizinischen Untersuchungen wurden Röntgenaufnahmen von klinisch auffälligen Gelenkpaaren angefertigt. Bei deren Beurteilung lagen die von STEINBROCKER aufgestellten Kriterien für die Einteilung von Röntgenbefunden bei der chronischen Polyarthrits zugrunde :

Stadium I : keine destruierenden Veränderungen, evtl. Osteoporose

Stadium II : Osteoporose, evtl. geringe Knorpel- und Knochendestruktion

Stadium III : Osteoporose mit Knorpel- und Knochendestruktion

Stadium IV : wie Stadium III, zusätzlich knöcherne Ankylose

1.3. Szintigraphie mit ^{87m}Sr und ^{113m}In

Nach den Uptake Messungen wurden klinisch und/oder röntgenologisch befallene Gelenke zusammen mit den kontralateralen Gelenken szintigraphiert. Es wurden zwei ^{87m}Sr -Szintigramme angefertigt (40 Min. p.i. und 150 Min. p.i.) und ein ^{113m}In -Szintigramm (40 Min. p.i.). Die Beurteilung dieser Szintigramme erfolgte ohne Kenntnis klinischer oder röntgenologischer Daten.

1.4. Uptake Messung mit ^{87m}Sr und ^{113m}In

Die Untersuchungen mit Radiostrontium und Radioindium wurden jeweils in einem zeitlichen Abstand von einem oder zwei Tagen durchgeführt. Zur Anwendung kam ein Uptake-Meßplatz (Nukleopan 2K, Fa. Siemens) mit einem Kollimator, dessen Feldgrößendurchmesser 8 cm betrug. Nach der i. v. Injektion von 3 - 5 mCi ^{87m}Sr wurde die Radioaktivität über den Meßstellen 2 bzw. 3 mal bestimmt; nach der Injektion von 3 - 5 mCi ^{113m}In nur 1 mal. Die Messungen erfolgten zu genau festgelegten Zeitpunkten :

Fingergelenke	re: 5 Min. p.i.	30 Min. p.i. ⁺	120 Min. p.i. ⁺
	li: 9	34	124
Handgelenke	re: 6	31	121
	li: 10	35	125
Sprunggelenke	re: 23		138
	li: 27		143
Vorfüße	re: 24		139
	li: 28		144
Unterschenkel	re: 21		137
	li: 26		142
Unterarm	re: 32		123
	li: 36		128

⁺ nur bei Radiostrontium

Die nuklearmedizinischen Parameter aus der ^{87m}Sr -Untersuchung ab 5 Min. p.i. werden als Sr_{t_1} bezeichnet, ab 30 Min. p.i. als Sr_{t_2} und ab 120 Min. p.i. als Sr_{t_3} .

Bei 22 Patienten wurde während der zweiten nuklearmedizinischen Untersuchung der Radioaktivitätsgehalt in 5 ml Vollblut durch Blutentnahmen und Messungen der Probe im Bohrloch bestimmt. Für ^{87m}Sr ergaben sich zwei Werte (entsprechend t_1

und t_3), für ^{113m}In ein Wert.

1.5 Berechnung der Größe von nuklearmedizinischen Parametern

Unter der Vorstellung, daß die geschilderte Art der Untersuchung evtl. mit anderen Nukliden Eingang in die Klinik finden könnte, wurde ein Computerprogramm entwickelt, das eine rasche und genaue Auswertung der Meßwerte aus nuklearmedizinischen Untersuchungen erlaubt (s. Abb. 3).

In diesem Programm werden folgende Daten ermittelt :

1. die entsprechend der physikalischen Halbwertszeit auf den Zeitpunkt der Injektion korrigierte Zählrate (Sr_{t_1} , Sr_{t_2} , Sr_{t_3} , In)
2. das Verhältnis der Zählraten kontralateraler Gelenke
3. die sog. "prozentuale Akkumulation", d. h. das Verhältnis der ^{87m}Sr -Zählraten von t_1 bzw. t_2 zu den Uptakeraten von t_3 desselben Gelenkes :

$$\frac{\text{Sr}_{t_1}}{\text{Sr}_{t_3}} \text{ bzw. } \frac{\text{Sr}_{t_2}}{\text{Sr}_{t_3}} \cdot 100 \quad \%$$

4. das Verhältnis der Zählraten über einem Gelenk zum Mittelwert der Zählraten über beiden Unterschenkelmitten (für Radiostrontium werden die 140 Min. p. i. gemessenen, für Radioindium die 25 Min. p. i. ermittelten Zählraten über den Unterschenkeln benutzt.)
5. das Verhältnis der Uptake-Werte der oberen Extremität zum Mittelwert der Unterarmmitten (bei Radiostrontium 125 Min. p. i., bei Radioindium 35 Min. p. i. gemessen)
6. das Verhältnis der lokalen Radioaktivität zu der von 5 ml Vollblut, d. h. :

$$\text{Sr}_{t_1}/\text{Sr}_{t_1\text{Blut}}, \text{Sr}_{t_2}/\text{Sr}_{t_2\text{Blut}}, \text{Sr}_{t_3}/\text{Sr}_{t_3\text{Blut}}, \text{In} / \text{In}_{\text{Blut}}$$

Sämtliche Verhältniszahlen werden in % angegeben.

29. 6. 1945 DAS 2. MAL

PHYSIKALISCH BEREINIGTE WERTE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
164	149	200	182	312	420	531	544	632	572	852	853	160	241	155	279	306	300	1052	186
273	199	267	271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	273	241	0	0
235	242	349	305	400	395	649	617	610	650	1172	1027	291	436	347	416	340	335	738	100
281	283	481	442	595	794	747	706	1494	1608	666	700	511	473	258	485	687	653	3083	2468
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511	466	4273	0

BLUTREINE WERTE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
142	127	163	148	267	360	474	490	519	450	801	800	121	205	135	242	254	250	819	0
201	177	230	237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	191	0	0
223	230	329	287	375	362	618	588	549	584	1145	998	270	416	336	396	312	308	613	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511	466	4273	0

B, RECHTS DURCH LINKS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
111	110	74	96	115	100	59	55	101											
113	97	0	0	0	0	0	0	115											
96	114	103	105	94	114	64	84	101											
0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0	0	0	0	0	0	0	0	109											

B, LINKS DURCH RECHTS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
89	90	134	103	66	99	169	179	98											
68	103	0	0	0	0	0	0	86											
103	87	96	95	106	87	154	117	98											
0	0	0	0	0	0	0	0	0											
0	0	0	0	0	0	0	0	91											

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
63	55	49	51	71	99	76	83	94	77	69	80	44	49	40	61	81	81	133	0
90	76	69	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	62	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

E

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
45	40	32	47	86	116	152	158	167	145	258	258	39	66	43	78	81	80	264	0
64	57	74	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	61	0	0
71	74	106	92	120	116	199	189	177	188	369	321	87	134	108	127	100	99	197	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

F

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
68	61	79	71	129	174	230	237	167	145	258	258	39	66	43	78				
97	85	111	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
108	111	159	139	182	175	300	285	177	188	369	321	87	134	108	127				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

G

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	8	10	9	16	22	28	29	33	30	45	45	8	12	8	15	16	16	56	10
11	10	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12	0	0
23	24	34	30	40	39	64	61	61	65	117	102	29	43	34	41	34	33	73	10
1	1	1	1	2	3	3	2	6	6	2	2	2	1	1	1	2	2	12	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	17	0

Abb. 3 Beispiel eines Untersuchungsprotokolls. Blutreine Werte.

Erklärung s. Text.

Das Verhältnis der ^{87m}Sr -Zählraten über einem Gelenk zum Mittelwert der 150 Min. p. i. über den Unterschenkelmitten gemessenen ^{87m}Sr -Zählraten (Sr_{t3}) bezeichnen wir als "relative Radiostrontium-Aktivität".

Der entsprechende Wert für Radioindium heißt "relative Radioindium-Aktivität".

Die Bedeutung einzelner Begriffe ist folgender Übersicht zu entnehmen :

$\overline{\text{UM}}_{\text{Sr}}$ = Mittelwert der 150 Min. p. i. über beiden Unterschenkelmitten gemessenen ^{87m}Sr -Zählraten

$\text{Sr}_{t1} / \overline{\text{UM}}_{\text{Sr}}$ = relative Sr_{t1} - Aktivität

$\text{Sr}_{t2} / \overline{\text{UM}}_{\text{Sr}}$ = relative Sr_{t2} - Aktivität

$\text{Sr}_{t3} / \overline{\text{UM}}_{\text{Sr}}$ = relative Sr_{t3} - Aktivität

$\text{In} / \overline{\text{UM}}_{\text{In}}$ = relative In-Aktivität

Bei einem Teil der Untersuchungen wird noch eine zusätzliche Berechnung angestellt :

Mit Uptake-Messungen von ^{87m}Sr wird der Radiostrontium-Gehalt dreier Compartmentanteile erfaßt: Blut, Weichteil und Knochen. Durch eine einfache mathematische Operation läßt sich der Anteil der Zählrate, der durch den Strontium-Gehalt des Blutcompartmentanteils entsteht, von der Gesamtzählrate trennen :

$$\text{Sr}_{\text{xblutrein}} = \text{Sr}_{\text{x}} - \text{In}_{\text{x}} \frac{\text{Sr}_{\text{Blut}}}{\text{In}_{\text{Blut}}}$$

Es sind :

Sr_{x} = eine beliebige ^{87m}Sr -Zählrate

In_{x} = die ^{113m}In -Zählrate über der gleichen Meßstelle wie Sr_{x}

In_{Blut} = die ^{113m}In -Zählrate über 5 ml Vollblut
 Sr_{Blut} = die ^{87m}Sr -Zählrate in 5 ml Vollblut, das zum
 Zeitpunkt der Sr_x - Messung abgenommen
 wurde.

Die Formel entsteht aus folgender Überlegung :

$$\frac{Sr_y}{In_x} = \frac{Sr_{\text{Blut}}}{In_{\text{Blut}}}$$

Sr_y ist ein Maß für den Radioaktivitätsanteil von ^{87m}Sr , der
 sich während der Meßzeiten wie ^{113m}In verhält.

Unter der Voraussetzung, daß Radioindium die Blutbahn nicht
 verläßt, stellt die so errechnete Zählrate ein Maß dar für den
 Radiostrontiumgehalt von Weichteilen und Knochen eines be-
 stimmten Meßbereiches. Sie erscheint auf den Computer-Bögen
 als "blutreiner Wert" und wird den gleichen Berechnungen unter-
 zogen wie die Gesamtzählrate (s. Abb. 4).

Der Ausdruck "blutreiner Wert" ist eine Abkürzung für die
 Datenverarbeitung. Unter ihm ist derjenige Teil der ^{87m}Sr -
 Radioaktivität zu verstehen, der sich zur Meßzeit nicht im Blut,
 sondern in den vom Kollimator erfassten Weichteil- und
 Knochenanteilen befand.

Mit den Blutentnahmen wurde erst in der zweiten Hälfte der
 Untersuchungsreihe begonnen, so daß in der vorliegenden Ar-
 beit nicht über Verlaufskontrollen mit dieser neuen Methode
 berichtet werden kann. Auf eine ähnliche Berechnung der blut-
 reinen Werte an Hand von Blutmessungen über dem Herzen
 wurde aus Gründen verzichtet, die später noch erläutert wer-
 den.

1.6 Statistische Methoden

Die Kollektive, an denen statistische Berechnungen durchgeführt werden, sind nach klinischen Kriterien zusammengestellt worden.

Von allen nuklearmedizinischen Größen der 1. und 2. Untersuchung (X_1 bzw. X_2) wurden Mittelwert ($\bar{x}$) und Streuung (s) bestimmt.

Um den Verlauf eines nuklearmedizinischen Parameters zu verfolgen, wird der Zahlenwert der 2. Messung von dem der 1. Messung subtrahiert. Ein positives Vorzeichen bedeutet also eine zahlenmäßige Abnahme des Parameters. Von den so erhaltenen Differenzen ($X_1 - X_2 = D$) wurden ebenfalls Streuung (s_D) und Mittelwert ($\bar{x}_D$) berechnet.

Die Frage, ob zahlenmäßige Veränderungen nuklearmedizinischer Größen als signifikant zu bewerten sind, wird mit zwei verschiedenen statistischen Methoden beantwortet:

Liegen gepaarte Werte vor, wird der "t-Test bei Paaranalysen" durchgeführt. Bei diesem sehr feinen Test können individuelle Schwankungen auf rechnerischem Weg ausgeglichen werden, so daß besonders deutliche Ergebnisse erhalten werden. Als Wertepaar werden die Zahlenwerte desselben nuklearmedizinischen Parameters zur 1. und zur 2. Messung angesehen.

Ist es nicht möglich, diesen Test anzuwenden, so wird der "t-Test bei ungepaarten Daten" durchgeführt.

Überall dort, wo Differenzen zur statistischen Berechnung herangezogen werden (also auch beim paarigen t-Test), wird im folgenden von Paaranalysen bzw. von Statistik bei gepaarten Werten gesprochen. Wo dies nicht der Fall ist, sprechen wir

von Statistik bei ungepaarten Werten.

Bei allen genannten statistischen Methoden wird angenommen, daß die Einzelwerte einer normalen statistischen Verteilung folgen. Bei biologischen Daten kann diese Voraussetzung in der Regel getroffen werden.

2. Untersuchungsgut / Patienten

In dieser Arbeit wird über Ergebnisse von Untersuchungen an Fingergelenken, Handgelenken, Zehen- und Sprunggelenken von 28 Patienten berichtet. Von den jeweils 56 Gelenksgruppen waren während der Untersuchungsreihe klinisch befallen:

33 Fingergelenke, 33 Handgelenke, 21 Sprunggelenke und 16 Zehengelenke. Es werden die Ergebnisse von Untersuchungen an klinisch auffälligen und unauffälligen Gelenken mitgeteilt.

2.1. Der mittlere Zeitabstand zwischen erster und zweiter Messung betrug 5 Monate

16 Kranke waren von einer eindeutigen chronischen Polyarthrits (cP) befallen, 12 von anderen entzündlich-rheumatischen Gelenkerkrankungen. Bei 5 Patienten war die Diagnose noch nicht endgültig gesichert. Von der cP waren vor allem ältere Frauen betroffen.

2.2. Naturgemäß wurden nicht alle Patienten dem gleichen Behandlungsschema unterworfen. Ein Teil wurde nur symptomatisch mit Analgetica und Antiphlogistica behandelt. 8 Patienten erhielten D-Penicillamin, sie sind in den jeweiligen Tabellen eigens gekennzeichnet. 6 Patienten standen unter hohen Dosen Cortison, d.h. mehr als 7,5 mg Prednisolon pro Tag.

Detaillierte Informationen über einzelne Patienten sind den Tabellen 2.1. und 2.2. zu entnehmen.

3. Überprüfung der Konstanz nuklearmedizinischer Bezugsgrößen

Als nuklearmedizinische Parameter werden in dieser Arbeit nur Quotienten benutzt, die das Verhältnis einer Zählrate zu einer anderen ausdrücken. Als Bezugsgrößen, d. h. als Divisor in den genannten Quotienten, werden die Zählraten über den Unterschenkelmitten und über dem Herzen verwendet, sowie die Zählraten in 5 ml Vollblut.

Um die Konstanz dieser Bezugsgrößen zu überprüfen, werden sie mit dem Querwert der Zählraten über den Unterschenkelmitten ($\overline{UM}$) verglichen. Als Bezug (Divisor) für ^{87m}Sr -Werte dienen die 140 Min. p. i. gemessenen Uptake-Raten ($\overline{UM}_{\text{Sr}}$).

3. 1. Mittelwert der Zählraten über den Unterschenkelmitten

Für die Unterschenkelmitten selbst werden folgende Quotienten errechnet :

$$\text{rechte } UM_{\text{Sr}_{t3}} / \text{linke } UM_{\text{Sr}_{t3}}, \quad \text{rechte } UM_{\text{In}} / \text{linke } UM_{\text{In}}$$

und

$$\text{rechte } UM_{\text{blutrein}_{t3}} / \text{linke } UM_{\text{blutrein}_{t3}}$$

Diese Werte werden nach den oben beschriebenen statistischen Methoden untersucht (s. Kap. III 1. 6). Es werden einmal Mittelwert ($\bar{x}$) und Streuung ($2s$) der Quotienten bestimmt, zum anderen Mittelwert ($\bar{x}_D$) und Streuung ($2s_D$) der Differenzen von den Größen dieser Quotienten aus Vor- und Nachuntersuchung.

3. 2. Zählraten in 5 ml Blut

Die Konstanz der Zählraten in 5 ml Vollblut wird überprüft durch den Vergleich der Zählraten mit dem Mittelwert der über den Unterschenkelmitten gemessenen Uptakeraten.

3.3. Zählraten über dem Herzen

Um die Frage zu klären, ob nicht die Sr- bzw. In-Zählraten über dem Herzen zur Berechnung der blut reinen Werte herangezogen werden können, werden die Herzzählraten mit dem Querwert der Zählraten über den Unterschenkel mitt en verglichen.

4. Vergleich klinischer, röntgenologischer und nuklearmedizinischer Daten von einzelnen Gelenken

4.1. Handgelenke

4.1.1. Gesunde Handgelenke

Normalwerte

4.1.1.1. Statistik bei ungepaarten Werten

Mittelwert und Streuung von Einzelwerten (X_1 bzw. X_2) werden in der üblichen Weise berechnet.

4.1.1.2. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

Bei 6 gesunden Normalpersonen wurden die gesamten nuklearmedizinischen Untersuchungen mehrfach im Abstand von einigen Monaten durchgeführt. Insgesamt ergaben sich 16 Wertepaare von Zählraten, die den oben beschriebenen Paaranalysen unterzogen werden (s. Kap. III 1.6.).

Es wurde darauf verzichtet, klinisch unauffällige Gelenke von polyarthritisch erkrankten Patienten in das Normalkollektiv mit einzubeziehen.

4.1.2. Klinisch auffällige Gelenke

Als klinisch auffällig gelten Gelenke, die während der Untersuchungen subjektive oder objektive Zeichen der Entzündung aufwiesen. Gelenke von Patienten, die mit hohen Dosen

Cortison behandelt wurden, werden in einem eigenem Kapitel (5.3.) besprochen. Als Grenze zwischen hohen und niedrigen Dosen wird eine Tagesdosis von 7,5 mg Prednisolon angenommen.

4.1.2.1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten

Durch klinische Untersuchungen wurden von jedem einzelnen Gelenk folgende Informationen gewonnen : die Entzündungsaktivität während der 1. und 2. Messung; der subjektive und der objektive Krankheitsverlauf. Diesen klinischen Daten werden die Resultate der Röntgenuntersuchung gegenübergestellt. Alle Angaben über kranke Gelenke werden ihrem klinischen Verlauf entsprechend geordnet. Als wesentliche Besserung oder starke Verschlechterung wird ein Sprung über wenigstens 1 1/2 klinische Aktivitätsgrade (s. III 1.1.) angesehen.

4.1.2.2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4.1.2.1.

Den unter 4.1.2.1 genannten klinischen und röntgenologischen Daten werden die Größen nuklearmedizinischer Parameter gegenübergestellt. Die in der 2. Untersuchung gewonnenen Zahlenwerte werden von denen der 1. Untersuchung abgezogen. Ein positives Vorzeichen der Differenz bedeutet also eine Abnahme der Anreicherung des betreffenden Nuklids bzw. ein Kleinerwerden der prozentualen Akkumulation ($X_1 - X_2 = D$).

4.1.2.3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

Bei klinisch gebesserten und verschlechterten Gelenken wird überprüft, ob mit der klinischen Besserung bzw. Verschlechterung sich zugleich auch die nuklearmedizinischen Größen signifikant verändert hatten (t-Test bei gepaarten Werten; (s. Kap. II 1.6)). Die Deutlichkeit des Ergebnisses wird an

zwei verschiedenen Signifikanzschranken gemessen, nämlich $p_1 = 5\%$ und $p_2 = 1\%$. Ein gegenüber p_1 (5 %) signifikanter Wert wird als signifikant (s) bezeichnet, ein gegenüber p_2 (1 %) signifikantes Ergebnis als sehr signifikant (ss).

Bei allen Gelenkgruppen, also auch bei den klinisch unveränderten, wird der Mittelwert aller Differenzen ($\bar{x}_D$; $D = X_1 - X_2$) und deren einfache Standardabweichung (s_D) berechnet.

4.1.2.4. Statistik bei ungepaarten Werten

Es werden ferner Mittelwert und einfache Streuung (2s) aller Einzelwerte (X_1 bzw. X_2) der klinischen Stadien 0 - 4 bestimmt. Wo es sinnvoll erscheint, wird der t-Test mit ungepaarten Daten durchgeführt. Die gleichen Berechnungen werden gesondert für stark schmerzhafte Handgelenke angestellt.

4.1.3. Klinisch unauffällige Gelenke

Als klinisch unauffällig wurden Gelenke bezeichnet, die während der 1. und 2. Untersuchung keine klinischen Aktivitätszeichen aufwiesen, auch wenn sie im früheren Verlauf der Krankheit schon befallen waren. An ihnen wurden die gleichen Untersuchungen durchgeführt wie an klinisch auffälligen Gelenken.

In Tab. 4.3.2.2. sind Werte von nuklearmedizinischen Parametern, die außerhalb der 2s-Grenzen von gesunden Gelenken (s. Tab. 4.1.1.2.) liegen, unterstrichen.

Zu statistischen Berechnungen werden nur Werte von Patienten herangezogen, die von polyarthritischen Krankheiten befallen waren.

4.1.4. Synovektomie eines Handgelenkes

An einem Handgelenk wurde zwischen den beiden Messungen eine Synovektomie vorgenommen. Über den klinischen und nuklearmedizinischen Verlauf wird berichtet.

4. 2. Fingergelenke

4. 3. Sprunggelenke

4. 4. Zehengelenke

Fingergelenke, Sprunggelenke und Zehengelenke werden nach dem gleichen Schema untersucht.

4. 5. Kurze Zusammenfassung

In einer kurzen Übersicht werden die wichtigsten Ergebnisse aus Kap. 4. dargestellt.

5. Vergleich klinischer, röntgenologischer und nuklearmedizinischer Daten von einzelnen Patienten (Kasuistik)

Es wird über 10 Patienten berichtet. Alle Angaben über einen einzelnen Patienten werden gemeinsam besprochen: Die Zählraten aus der 1. und der 2. Untersuchung werden vorgestellt (5. x. x. 1), mit Normalwerten verglichen (5. x. x. 2.) und klinischen und röntgenologischen Daten gegenübergestellt (5. x. x. 3.). Szintigramme und Röntgenbefunde von 2 Patienten werden ausführlich kommentiert.

5. 1. Zwei Einzelfälle

Zuerst wird über 2 Patienten aus dem normalen Patientengut berichtet. Es handelt sich um eine Patientin mit chronischer Polyarthrititis und einen Patienten mit Arthritis tuberculosa.

5. 2. Noch ungeklärte Diagnosen

Bei 2 anderen Patienten war die endgültige Diagnose noch nicht sicher. Als Differentialdiagnose wurden isolierte Gonarthritiden oder polyarthritische Krankheiten (Morbus Bechterew bzw. Paraneo-plastisches Syndrom) diskutiert. Es wird die Frage untersucht, welchen Beitrag die Ergebnisse unserer nuklearmedizinischen Untersuchungen zur Sicherung einer Diagnose leisten können.

5.3. Hochdosierte Cortisontherapie (6 Patienten)

6 Patienten hatten im Laufe der Untersuchungsreihe hohe Dosen Cortison erhalten (mehr als 7,5 mg Prednisolon / die). Die Ergebnisse von Untersuchungen an diesen Patienten werden gesondert besprochen.

IV. Ergebnisse

3.⁺⁾ Überprüfung der Konstanz nuklearmedizinischer Bezugsgrößen

3.1 Mittelwert der Zählraten über den Unterschenkelmitten

Die Durchschnittswerte der über der rechten und der linken Unterschenkelmitten gemessenen Zählraten sind erwartungsgemäß nahezu identisch. Dies gilt für beide Nuklide. Die Schwankungen der Zählraten über den Unterschenkelmitten sind dagegen bei Radiostrontium deutlich geringer als bei Radioindium.

Das Verhältnis der Sr_{t3} -Raten über den Unterschenkelmitten (rechts/links) zeigt eine Schwankung von $\pm 0,05$ (s); für Radioindium-Zählraten liegt der entsprechende Wert wesentlich höher bei $\pm 0,17$. Die relativen Radiostrontium-Aktivitäten (Sr_{t1} , Sr_{t2} , Sr_{t3}) werden deshalb bei gesunden und kranken Gelenken eher reproduzierbar sein als die relative Radioindium-Aktivität.

Für die blutreine Zählrate wurde ein überraschendes Ergebnis erhalten: Obwohl zur Berechnung dieses Wertes vier andere nuklearmedizinische Größen herangezogen werden (s. Kap. III 1.5.), die alle mit einem bestimmten Fehler behaftet sind, ist seine Schwankung geringer als die der entsprechenden Indium-Zählrate.

⁺⁾ Die Kapitel III, IV und VII sind nach gleichen Gesichtspunkten gegliedert. Aus diesem Grund entfallen in Kapitel IV 1. und 2. .

Subtrahiert man Einzelwerte zweier Normalverteilungen voneinander, wie dies in den Paaranalysen geschieht, so ist grundsätzlich damit zu rechnen, daß sich die Streuungen dieser Normalverteilungen addieren. Das würde bedeuten, daß in den Verlaufskontrollen (Paaranalysen, s. Kap. III 1.6) beispielsweise für Radiostrontium mit einem Fehler von bis zu 10 % gerechnet werden müßte. Wie das Ergebnis der Paaranalysen jedoch zeigt, liegen die Fehler in den Verlaufskontrollen für Radioindium bei maximal ± 11 % und für Radiostrontium bei höchstens ± 6 %. Die Schwankungen der Werte beim gleichen Individuum sind also geringer als die Schwankungen bei verschiedenen Individuen.

3.2 Zählraten in 5 ml Blut

Die Größe des Verhältnisses der Zählraten in 5 ml Vollblut zu den Zählraten über den Unterschenkelmitten sind von Patient zu Patient sehr unterschiedlich. Dies ist auch nicht anders zu erwarten. Für die entscheidende Frage, ob dieses Verhältnis beim gleichen Patienten konstant bleibt, kann noch keine Antwort gegeben werden.

3.3 Zählraten über dem Herzen

In den statistischen Berechnungen sowohl mit gepaarten wie auch ungepaarten Werten wurden starke Streuungen erhalten. Die Berechnung von blut reinen Zählraten anhand der Zählraten über dem Herzen ist deshalb mit einem hohen Fehler behaftet.

4. Vergleich klinischer, röntgenologischer und nuklearmedizinischer Daten von einzelnen Gelenken

4.1. Handgelenke

4.1.1. Normalwerte von Handgelenken

Die an gesunden Handgelenken von Normalpersonen gewonnenen Normalwerte sind den Tabellen 4.1.1.1. und 4.1.1.2. zu entnehmen. Es wird darauf hingewiesen, daß alle (!) im folgenden angegebenen Größen Prozentzahlen sind, die das Verhältnis zweier Zählraten zueinander ausdrücken.

4.1.1.1. Statistik bei ungepaarten Werten

Betrachtet man die Größen der Standardabweichungen (s) der verschiedenen Parameter in ihrem Verhältnis zur Ausgangsgröße ($\bar{x}$), so zeigt die relative Radiostrontiumaktivität zum Zeitpunkt t_3 ($Sr_{t3} / \overline{UM}_{Sr}$) die relativ geringste Schwankung.

Die im Verhältnis größte Schwankung findet sich bei der relativen Radioindiumaktivität ($In / \overline{UM}_{In}$).

4.1.1.2. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

Zieht man die Werte zweier Normalverteilungen voneinander ab, wie dies bei den Paaranalysen geschieht, so addieren sich normalerweise die Streuungen. Aus der Tatsache, daß s_D bei allen Parametern viel kleiner ist als $2s$, ist zu schließen, daß der Unterschied verschiedener Messungen am gleichen Handgelenk wesentlich geringer ist als der Unterschied von Messungen an verschiedenen Handgelenken. Man begegnet dieser Tatsache oft bei biologischen Daten.

4.1.2. Klinisch auffällige Handgelenke

4. 1. 2. 1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten

Während sich der klinische Zustand bei 15 von 21 Gelenken verändert hat, ist der Röntgenbefund bei 20 Gelenken im Laufe der Untersuchung gleichgeblieben; nur bei einem Gelenk hat sich der Röntgenbefund in dieser Zeit verschlechtert. Der Verlauf der Gelenkerkrankung wurde durch Arzt und Patient in 80 % übereinstimmend beurteilt.

4. 1. 2. 2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4. 1. 2. 1.

Bei klinisch wesentlich gebesserten Handgelenken ($n = 4$) haben alle nuklearmedizinischen Parameter zahlenmässig abgenommen. Ein ähnliches Bild zeigt die Gruppe der leicht gebesserten Handgelenke ($n = 8$): die prozentuale Akkumulation hat in 4 von 6 Fällen abgenommen, die relative $^{87m}\text{Sr}_{t_3}$ -Aktivität in 5 von 6 Fällen, die relative Indium-Aktivität in 4 von 7 Fällen.

Im Gegensatz hierzu sind bei 3 klinisch leicht verschlechterten Handgelenken die Indium-Werte grösser geworden. Ebenso hat auch die relative Sr_{t_3} -Anreicherung bei allen Gelenken zugenommen. Die prozentuale Akkumulation hat sich nur bei einem Gelenk vergrößert, bei den beiden anderen blieb sie unverändert.

Bei klinisch unveränderten Handgelenken halten sich Zu- und Abnahme der einzelnen nuklearmedizinischen Parameter in etwa die Waage: die größten Schwankungen zeigt die prozentuale Akkumulation, die geringste die relative Sr_{t_3} -Aktivität. Vergleicht man den nuklearmedizinischen Verlauf (d. h. die Differenzen der nuklearmedizinischen Parameter aus der 1. und der 2. Untersuchung) aller kranken Handgelenke mit

den Schwankungen der Differenzen ($2s_D$) der Parameter gesunder Handgelenke, ergibt sich folgendes Bild :

% Akk. Sr_{t_3} / UM_{Sr} In / UM_{In}

stark gebessert :

0	+	+
0	+	0
+	+	+
+	+	+

leicht gebessert :

		-
		0
0	+	0
0	+	0
0	+	+
+	0	+
+	+	+
0	+	

gleichgeblieben :

0	0	0
0	0	+
+	0	+
0	-	0
-	0	0
-	0	0

leicht verschlechtert:

0	-	-
-	-	-
0	-	

Vergleich des "nuklearmedizinischen Verlaufs" kranker Handgelenke mit Normalwerten.

Es bedeuten :

- + oberhalb des $2s_D$ -Bereiches von gesunden Handgelenken
- 0 innerhalb des $2s_D$ -Bereiches von gesunden Handgelenken
- unterhalb des $2s_D$ -Bereiches von gesunden Handgelenken

% Akk. = prozentuale Akkumulation

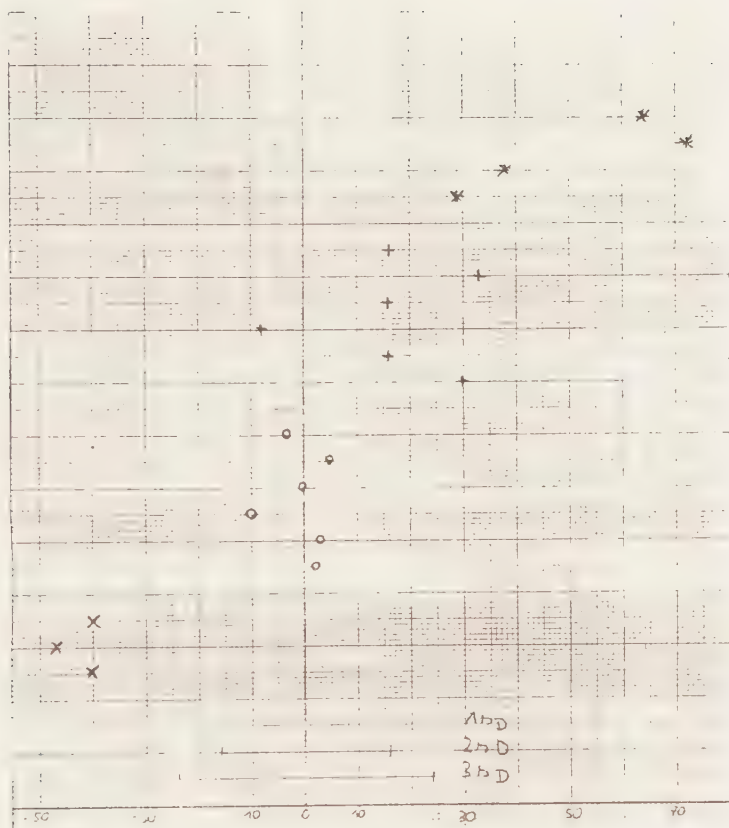
$$\text{Sr}_{t_3} / \overline{\text{UM}}_{\text{Sr}} = \text{relative Radiostrontiumaktivität zum Zeitpunkt } t_3$$

$$\text{In} / \overline{\text{UM}}_{\text{In}} = \text{relative Radioindiumaktivität}$$

Die $^{87\text{m}}\text{Sr}$ -Anreicherung 140 Min. p. i. hat demnach bei 9 von 10 klinisch gebesserten Handgelenken deutlich ab-, bei 3 klinisch verschlechterten Gelenken dagegen deutlich zugenommen. Bei 5 von 6 gleichgebliebenen Handgelenken schwankt die Differenz der relativen Strontiumanreicherung nur unbedeutend um Null.

Der Zusammenhang zwischen Zu- und Abnahme der relativen Radioindiumaktivität und klinischem Verlauf ist weniger eng.

Die Größenänderung der prozentualen Akkumulation zeigt bei Handgelenken keine Korrelation zum klinischen Verlauf.



Einzelwerte der Differenzen der relativen Sr_{t3} -Aktivität von kranken Handgelenken im Vergleich zu entsprechenden Werten gesunder Gelenke.

Es bedeuten:

- s_D = Streubereich der Differenzen relativer Sr_{t3} -Aktivitäten gesunder Handgelenke
- * = Einzelwert eines klinisch wesentlich gebesserten Handgelenkes
- +
- o = Einzelwert eines klinisch unveränderten Handgelenkes
- x = Einzelwert eines klinisch leicht verschlechterten Handgelenkes

In der Graphik auf Seite 34 sind die Differenzen der Werte für die relative ^{137}Sr -Aktivität von kranken Handgelenken einzeln aufgetragen. Sie werden mit den Streubereichen der Differenzen ($1s_D$, $2s_D$, $3s_D$) des entsprechenden Wertes gesunder Handgelenke verglichen.

Alle Werte der Gruppen "wesentlich gebessert" und "leicht verschlechtert" liegen außerhalb der $3s_D$ Grenzen der Differenzen von Normalpersonen. Von der Gruppe "leicht gebessert" ($n = 6$) befinden sich 5 Werte außerhalb der $2s$ -Schranken. Von der Gruppe "gleichgeblieben" ($n = 6$) halten sich 5 innerhalb des $1s$ -Bereiches auf.

4.1.2.3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

Die Graphiken auf den Seiten 38 und 39 verdeutlichen die Ergebnisse statistischer Berechnungen an gepaarten Werten, die durch die Messung von Zählraten an klinisch auffälligen Handgelenken gewonnen wurden (s. Tab. 4.1.2.3.). Aufgetragen sind Mittelwert ($\bar{x}_D$) und einfache Streuung (s_D) der Differenzen nuklearmedizinischer Größen aus Vor- und Nachuntersuchung ($X_1 - X_2 = D$). Unter "allgemein gebessert" sind die Handgelenke aus den Gruppen "leicht gebessert" und "wesentlich gebessert" zusammengefaßt.

Den Graphiken ist folgendes zu entnehmen:

Die Mittelwerte sämtlicher nuklearmedizinischer Parameter zeigen bei klinisch gebesserten Handgelenken positive, bei verschlechterten negative Vorzeichen ($X_1 - X_2 = D$). Bei klinisch unveränderten Gelenken sind sie im wesentlichen gleichgeblieben, eine Aus-

nahme hiervon bildet die Größe der relativen Radioindium-Aktivität, die eindeutig kleiner geworden ist. Alle Werte von wesentlich gebesserten Gelenken haben im Mittel stärker abgenommen als die von nur leicht gebesserten.

Die einzelnen Parameter besitzen allerdings nicht die gleiche Aussagekraft über den klinischen Verlauf :

Bei der prozentualen Akkumulation liegen die Mittelwerte der verschiedenen Zahlengruppen relativ nahe beisammen. Durch die große Streuung sind die Zahlenbereiche kaum voneinander zu trennen.

Deutlicher ist der Unterschied zwischen den Gruppen bei den Differenzen der relativen Radiostrontiumaktivität zu den verschiedenen Zeitpunkten (t_1 , t_2 , t_3) :

Faßt man wesentlich und leicht gebesserte Handgelenke in einer Gruppe zusammen ("allgemein gebessert"), so zeigt sich eine deutliche Trennung der Streubereiche der Differenzen aller Gelenksgruppen. Betrachtet man hingegen beide Gruppen ("wesentlich gebessert" und "leicht gebessert") isoliert, so überlappen sich die Zahlenbereiche an 3 Stellen ein wenig.

Zwischen gleichgebliebenen und wesentlich gebesserten Handgelenken ist der Unterschied der Differenzen sehr deutlich :

Selbst die 2s-Bereiche der 3 Radiostrontium-Parameter berühren sich nicht.

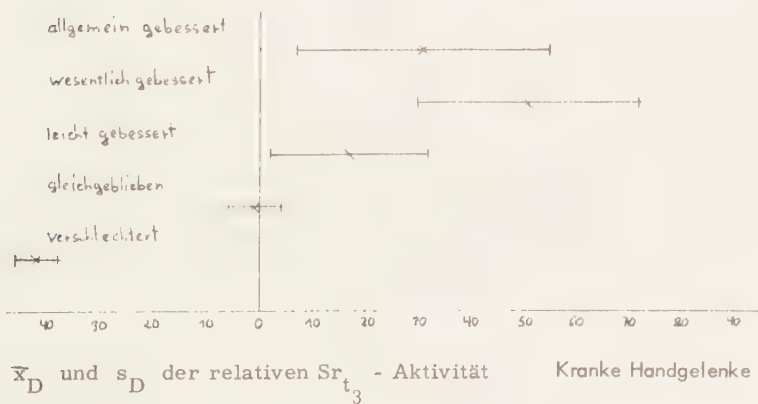
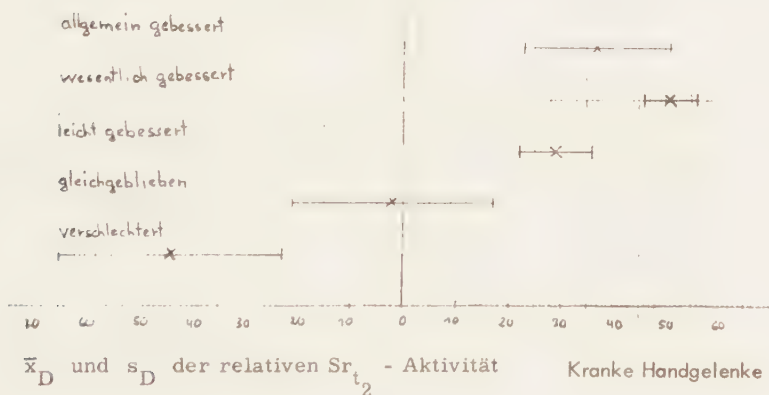
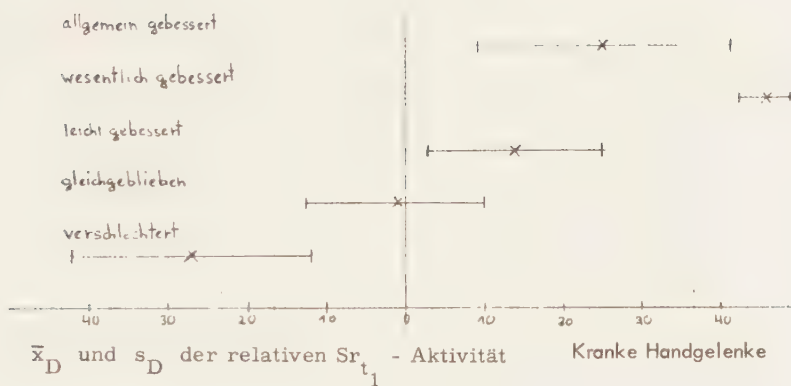
Die Änderung der Indium-Werte ist nicht so eng mit dem klinischen Verlauf korreliert. Trotzdem wurde eine klinische Besserung von einer Verkleinerung der relativen In-Aktivität und eine Verschlechterung von einer Vergrößerung begleitet. Bei 6 gleichgebliebenen Gelenken sind die Indium-Werte im Durchschnitt kleiner geworden.

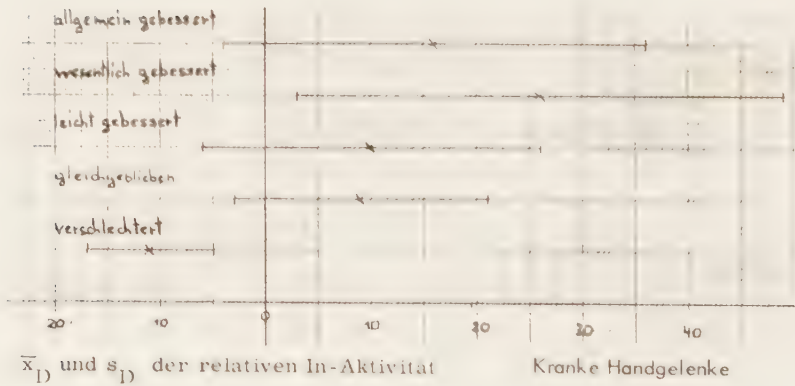
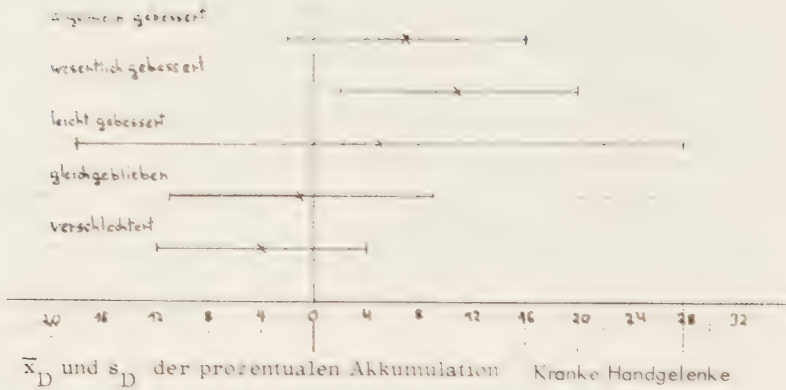
Legende zu den Grafiken auf den Seiten 38 und 39

Querwert ($\bar{x}_D$) und Streuung (s_D) von Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus erster und zweiter Untersuchung ($X_1 - X_2 = D$). Erklärung siehe Text.

Es bedeuten:

$Sr_{t1(t2, t3)} / \overline{UM}_{Sr}$	= Differenz der relativen $Sr_{t1(t2, t3)}$ -Aktivitäten aus 1. und 2. Untersuchung
% Akk.	= Differenz der prozentualen Akkumulation aus 1. und 2. Untersuchung
$In / \overline{UM}_{Sr}$	= Differenz der rel. In-Aktivität aus 1. und 2. Untersuchung
$\bar{x}$	= Mittelwert
$\overline{1} \text{ — } \overline{2}$	= Grenzen des 1 s_D -Bereiches





Statistisch eindeutigere Aussagen über den "nuklearmedizinischen Verlauf" der Gelenke erlaubt der t-Test mit gepaarten Werten (s. Kap. III 1. 6. "Statistische Methoden").

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der folgenden Übersicht zusammengefaßt :

	% Akk. $Sr_{t_1} / \overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t_2} / \overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t_3} / \overline{UM}_{Sr}$	$In / \overline{UM}_{In}$
<u>allgemein</u>				
<u>gebessert:</u>				
n =	10	10	7	10
Signifikanz	s	ss	ss	ss
<u>wesentlich</u>				
<u>gebessert:</u>				
n =	4	4	3	4
Signifikanz	Ø	ss	ss	ss
<u>leicht</u>				
<u>gebessert:</u>				
n =	6	6	5	6
Signifikanz	Ø	s	ss	s
<u>gleichge-</u>				
<u>blieben :</u>				
n =	6	6	6	6
<u>leicht ver -</u>				
<u>schlechtert:</u>				
n =	3	3	2	3
Signifikanz	Ø	s	Ø	ss

Es bedeuten :

% Akk. = prozentuale Akkumulation

$Sr_{t_1(2,3)} / \overline{UM}_{Sr}$ = relative $Sr_{t_1(t_2, t_3)}$ - Aktivität

$In / \overline{UM}_{Sr}$ = relative Indium-Aktivität

s = signifikant = signifikant gegenüber p = 5 %

ss = sehr signifikant = signifikant gegenüber p = 1 %

Klinischen Veränderungen der Gelenke entsprechen also signifikante bis sehr signifikante Änderungen der relativen Radiostrontium-Anreicherung. Dies gilt für alle drei Sr-Parameter (t_1 , t_2 , t_3) sowohl bei klinischer Besserung als auch Verschlechterung mit einer Ausnahme: Die Zunahme der relativen Sr_{t_2} -Anreicherung bei 2 verschlechterten Handgelenken erweist sich auf Grund der geringen Anzahl von Einzelwerten ($n = 2$) als nicht signifikant.

Die Abnahme der relativen Sr_{t_1} -Aktivität klinisch wesentlich gebesserter Gelenke zeigt eine höhere Signifikanz als die nur leicht gebesserter Gelenke.

Dies gilt auch für die Abnahme der relativen Sr_{t_3} -Aktivität.

Bei klinisch leicht veränderten Handgelenken ist keine signifikante Zu- oder Abnahme der Indium-Werte festzustellen. Eine signifikante Abnahme findet sich nur bei wesentlich gebesserten Gelenken.

Die prozentuale Akkumulation zeigt bei keiner Gelenksgruppe eine signifikante Änderung. Nur in der Sammelgruppe der allgemein gebesserten Handgelenke erreicht sie wie die rel. In-Aktivität durch die höhere Zahl der Einzelwerte die Signifikanzschranke von $p = 5\%$.

4. 1. 2. 4. Statistik bei ungepaarten Werten

Ordnet man den klinischen Aktivitätsstadien die verschiedenen nuklearmedizinischen Parameter zu und berechnet Mittelwert ($\bar{x}$) und Streuung ($2s$), so erhält man folgendes Bild:

Mit steigender klinischer Entzündungsaktivität nehmen die Mittelwerte ($\bar{x}$) von prozentualer Akkumulation, relativer Radiostrontiumaktivität (t_3) und Indiumaktivität stetig zu.

Allerdings sind die Streuungen so groß, daß die Zahlenbereiche weit überlappen. Ein t-Test mit ungepaarten Werten, der die zahlenmäßigen Unterschiede verdeutlichen würde, erscheint deshalb nicht sinnvoll.

Relative Sr_{t_3} -Anreicherung und In-Aktivität stark schmerzhafter Gelenke sind ebenso wie die prozentuale Akkumulation abnorm erhöht; am stärksten die Sr_{t_3} -Anreicherung.

Bei blutreinen Werten läßt sich die gleiche Tendenz erkennen.

Vier Handgelenke, die sich im Verlauf so gebessert hatten, daß an ihnen während der Nachuntersuchung klinisch keine Entzündungsaktivität mehr nachzuweisen war (Entzündungsaktivität 0), zeigen gegenüber der Norm erhöhte nuklearmedizinische Parameter (s. a. 4. 1. 3.).

4. 1. 3. Klinisch unauffällige Gelenke

Klinisch unauffällige Handgelenke polyarthritisch erkrankter Patienten zeigen nicht immer die gleichen nuklearmedizinischen Werte wie gesunde Gelenke von Normalpersonen

4. 1. 3. 1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten

4. 1. 3. 2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4. 1. 3. 1.

An den Handgelenken eines Patienten, der an chronischer Polyarthrititis erkrankt war, konnte folgendes beobachtet werden :

Links lag die relative Sr_{t_3} -Anreicherung beider Messungen außerhalb der 2s-Grenzen von gesunden Gelenken; ebenso war die prozentuale Akkumulation der 1. und die relative Radioindiumaktivität der 2. Untersuchung abnorm erhöht. Das rechte Handgelenk zeigte bei der Nachkontrolle eine überhöhte relative Sr_{t_3} -Aktivität und bei der Voruntersuchung eine übergroße relative Indiumaktivität.

Beim zweiten Patienten mit chronischer Polyarthrititis waren die Werte für die relative In-Aktivität am rechten Gelenk während beider Messungen abnorm hoch, am linken nur während der Voruntersuchung.

Bei einem Patienten mit M. Reiter blieben sämtliche Parameter im Normbereich mit Ausnahme der relativen Sr_{t_3} -Anreicherung während der Nachkontrollen.

Ein Patient mit M. Bechterew bot am rechten Handgelenk zur 2. Untersuchung eine überhöhte relative Sr_{t_3} -Anreicherung.

Der erste Wert für die prozentuale Akkumulation des linken Handgelenks eines Patienten mit Arthritis psoriatica lag ebenfalls außerhalb der Norm.

Noch zwei Patienten müssen erwähnt werden :

Bei dem einen Patienten lautete die Differentialdiagnose : M. Reiter oder chronische Polyarthrititis. Sowohl die relative Sr_{t_3} -Anreicherung als auch die relative Indiumaktivität lag bei beiden Gelenken während beider Messungen außerhalb der Norm.

Bei dem anderen Patienten lag der Verdacht auf ein Paraneoplastisches Syndrom vor. Sämtliche Werte für die relative Sr_{t_3} -Anreicherung waren überhöht, ebenso die relative Indiumaktivität des rechten Handgelenks während der Voruntersuchung. Die Größen der prozentualen Akkumulation waren am rechten Gelenk während beider Messungen abnorm, am linken nur während der Voruntersuchung.

Bei 44 klinisch unauffälligen Gelenken lag also die prozentuale Akkumulation in 5 Fällen außerhalb der Norm; die relative Sr_{t_3} -Aktivität in 14 und die relative Indiumaktivität in 10 Fällen.

4.1.3.3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

Die beschriebenen Abweichungen klinisch unauffälliger Handgelenke von der nuklearmedizinischen Norm übertragen sich auf die Statistik der Differenzen. Dies zeigt sich bei einem Vergleich der Schwankungen der Differenzen (s_D) von nuklearmedizinischen Parametern gesunder und klinisch unauffälliger Handgelenke :

	gesund s_D	(n)	klinisch unauffällig s_D	(n)
% Akk.	9	(16)	8	(17)
$Sr_{t_1} / \overline{UM}_{Sr}$	9	(16)	11	(17)
$Sr_{t_2} / \overline{UM}_{Sr}$	12	(8)	17	(3)
$Sr_{t_3} / \overline{UM}_{Sr}$	8	(16)	14	(17)
$In / \overline{UM}_{In}$	8	(6)	26	(16)

Es bedeuten :

% Akk. = prozentuale Akkumulation

$Sr_{t_{1(2,3)}} / \overline{UM}_{Sr} =$ relative Sr-Anreicherung zum Zeitpunkt $t_{1(2,3)}$

$In / \overline{UM}_{In} =$ relative Indium-Aktivität

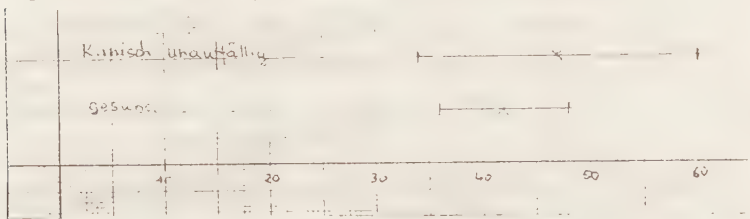
$s_D =$ einfache Streuung der Differenzen der Größen von nuklearmedizinischen Parametern aus Vor- und Nachuntersuchung

(n) = Anzahl der Wertepaare (Anzahl der Differenzen)

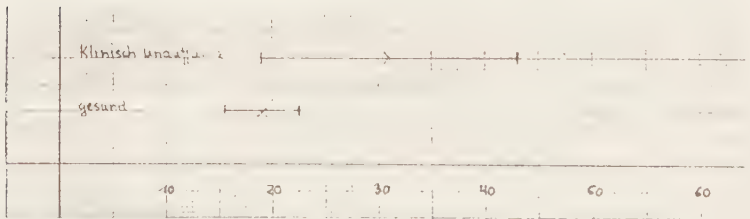
Die Schwankungen der Differenzen sind bei klinisch unauffälligen Gelenken von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten größer als bei gesunden Gelenken von Normalpersonen. Eine Ausnahme von dieser Regel bildet lediglich die prozentuale Akkumulation.

4.1.3.4. Statistik bei ungepaarten Werten

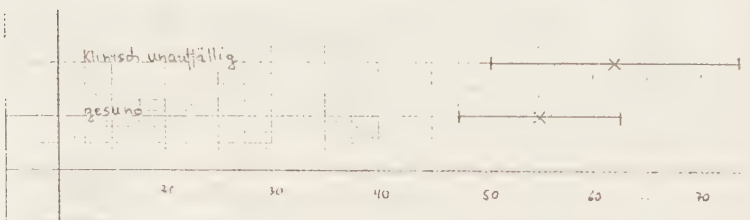
In den untenstehenden graphischen Darstellungen sind die Mittelwerte ($\bar{x}$) und einfachen Streubereiche ($1s$) der Einzelgrößen nuklearmedizinischer Parameter klinisch unauffälliger Handgelenke aufgetragen. Sie werden mit den entsprechenden Werten gesunder Handgelenke verglichen.



Grafik I
Mittelwert ($\bar{x}$) und Streuung ($1s$) der prozentualen Akkumulation gesunder und klinisch unauffälliger Handgelenke



Grafik II
Relative Sr_{90} -Aktivität



Grafik III
Relative Radioindiumaktivität

Es bedeuten :

% Akk.	= prozentuale Akkumulation
$Sr_{t_{1(3)}} / \overline{UM}_{Sr}$	= relative Sr_{t_1} - (Sr_{t_3} -) Aktivität
$In / \overline{UM}_{In}$	= relative In-Aktivität
x	= Mittelwert der Einzelgrößen von nuklearmedizinischen Parametern aus 1. und 2. Messung
	= Grenzen der 1s-Bereiche

Die graphischen Darstellungen bringen zwei wesentliche Befunde zum Ausdruck :

Die Mittelwerte aller Parameter klinisch unauffälliger Handgelenke von polyarthritisch Kranken liegen höher als die Mittelwerte nuklearmedizinischer Größen, die an gesunden Handgelenken gemessen wurden.

Die Streubereiche der Werte von klinisch unauffälligen Gelenken sind nur wenig größer als die Streubereiche von gesunden Gelenken. D. h. die Einzelwerte von klinisch unauffälligen Gelenken nehmen selten extreme Größen an, wie sie bei klinisch auffälligen Gelenken beobachtet werden können.

4. 1. 4. Synovektomie

An einem Handgelenk war zwischen Vor- und Nachuntersuchung eine Synovektomie vorgenommen worden. Klinisch hat sich an dem Gelenk nichts geändert, es war zu beiden Untersuchungen sehr stark entzündet. Prozentuale Akkumulation, relative Sr_{t_3} -Aktivität und relative In-Aktivität waren an beiden Terminen abnorm hoch, die relative Radiostrontium-Aktivität zeigt einen geringen Anstieg.

4.2. Fingergelenke

4.2.1. Gesunde Fingergelenke

Die Normalwerte nuklearmedizinischer Parameter sind den entsprechenden Tabellen zu entnehmen.

4.2.2. Klinisch auffällige Fingergelenke

4.2.2.1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten

Die schon bei den Handgelenken festgestellte Tragheit des Röntgenbefundes gegenüber klinischen Veränderungen findet sich bei den Fingergelenken wieder: Die Röntgenbefunde aller 21 Hände haben sich nicht nennenswert verändert, wogegen der klinische Befund sich in 7 Fällen gebessert und in 6 Fällen verschlechtert hat. Leichte Unterschiede in der Beurteilung des klinischen Verlaufes durch Arzt und Patient ergaben sich in 4 Fällen.

4.2.2.2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4.2.2.1.

Die Vorzeichen der Differenzen der nuklearmedizinischen Parameter entsprechen weitgehend dem klinischen Verlauf, dies gilt v.a. für die relative Sr_{13} - Aktivität.

Bei allen klinisch verschlechterten Gelenken zeigen sich negative, bei allen gebesserten dagegen positive Vorzeichen. Bei gleichgebliebenen Gelenken halten sich beide Vorzeichenarten in etwa die Waage.

Besonders sei auf die Übereinstimmung klinischer und nuklearmedizinischer Befunde über die Vorhände zweier Patienten hingewiesen:

Beim einen Patienten (geb. 1.6.1927) hatte sich die Greifkraft der linken Hand wesentlich stärker verringert als die der rechten Hand. Dem entspricht die Änderung der rela-

tiven Sr_{t_3} - Aktivität: Sie hat rechts um 10 % (von 42 % auf 52 %) und links um 22 % (von 46 % auf 68 %) zugenommen.

Bei dem zweiten Patienten (geb. 9. 6. 1912) hatte sich der klinische Befund an der linken Hand wesentlich, rechts nur leicht gebessert. Wieder zeigt sich die Übereinstimmung von klinischem und nuklearmedizinischem Befund: Links hat die relative Sr_{t_3} - Aktivität um 12 % abgenommen, rechts dagegen nur um 1 %.

Vergleicht man den "nuklearmedizinischen Verlauf" (d. h. die Differenzen der nuklearmedizinischen Parameter) aller kranken Fingergelenke mit den Schwankungen der Differenzen der Parameter gesunder Fingergelenke ($2 s_D$), ergibt sich folgendes Bild :

	% Akk. Sr_{t_3}	$\overline{UM}_{Sr}$	In / $\overline{UM}_{In}$
stark gebessert:	o	+	o
	-	+	o
	o	+	+
	o	+	+
leicht gebessert :			-
			-
	o	o	+
gleichgeblieben :	o	o	o
	o	o	o
	o	o	+
	o	o	+
	o	o	o
	o	o	o
	o	o	+
	+	o	

$$\% \text{ Akk. } \text{Sr}_{t_3} / \overline{\text{UM}}_{\text{Sr}} \quad \text{In} / \overline{\text{UM}}_{\text{In}}$$

leicht verschlechtert:

+	-	-
o	o	o
o	-	+
o	o	+
o	-	o

stark verschlechtert:

o	-	o
---	---	---

Es bedeuten :

- + oberhalb des $2s_D$ - Bereiches von gesunden Fingergelenken
- o innerhalb des $2s_D$ - Bereiches von gesunden Fingergelenken
- unterhalb des $2s_D$ - Bereiches von gesunden Fingergelenken

% Akk. = prozentuale Akkumulation

$\text{Sr}_{t_3} / \overline{\text{UM}}_{\text{Sr}}$ = relative Sr_{t_3} - Aktivität

$\text{In} / \overline{\text{UM}}_{\text{In}}$ = relative Indium-Aktivität

Weder die Differenzen der prozentualen Akkumulation noch die der relativen Indium-Aktivität folgen dem klinischen Verlauf.

Deutlich ist dies jedoch bei der relativen Sr_{t_3} -Aktivität der Fall :

Bei allen klinisch veränderten Gelenken hat sich dieser Wert deutlich geändert. Bei klinisch unveränderten Gelenken bleiben die Einzelwerte der Differenzen in allen Fällen innerhalb des $2s$ -Bereichs der Differenzen entsprechender Parameter von normalen Gelenken. Bei 3 von 5 leicht verschlechterten Ge-

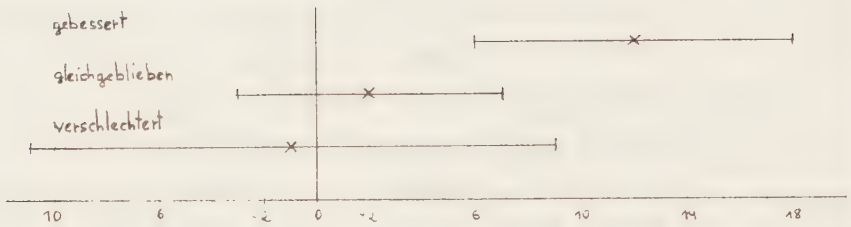
lenken ist die relative Sr_{t_3} - Aktivität nur unwesentlich größer geworden, ebenso hat sie bei einem leicht gebesserten Gelenk nur gering abgenommen.

4.2.2.3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

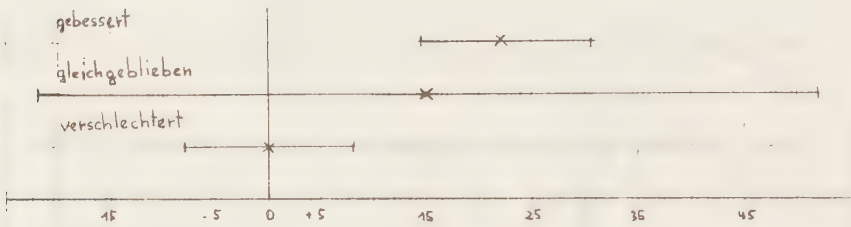
In den graphischen Darstellungen der folgenden Seiten sind die Ergebnisse statistischer Berechnungen an Wertpaaren dargestellt, die durch nuklearmedizinische Messungen an klinisch auffälligen Fingergelenken erhalten wurden. Aufgetragen sind Mittelwert ($\bar{x}_D$) und einfache Streuung (s_D) der Differenzen nuklearmedizinischer Größen aus erster und zweiter Untersuchung ($X_1 - X_2 = D$). Unter "gebessert" sind alle klinisch gebesserten Gelenke zusammengefaßt, unter "verschlechtert" alle klinisch verschlechterten Fingergelenke.

Den Graphiken kann folgendes entnommen werden :

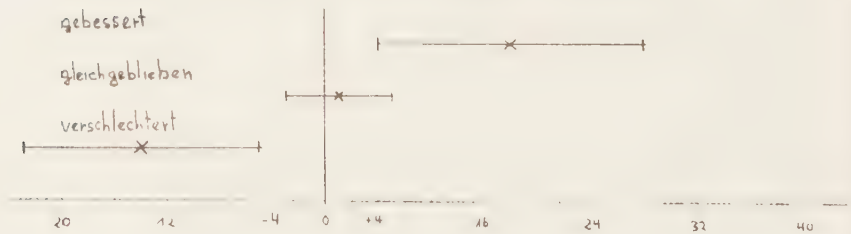
Mit Ausnahme der prozentualen Akkumulation zeigen die Mittelwerte aller nuklearmedizinischen Parameter eine eindeutige Tendenz. Die beste Korrelation zum klinischen Verlauf bietet die relative Sr_{t_3} -Aktivität. Bei den Zahlenbereichen der übrigen Parameter ergeben sich stärkere Überschneidungen.



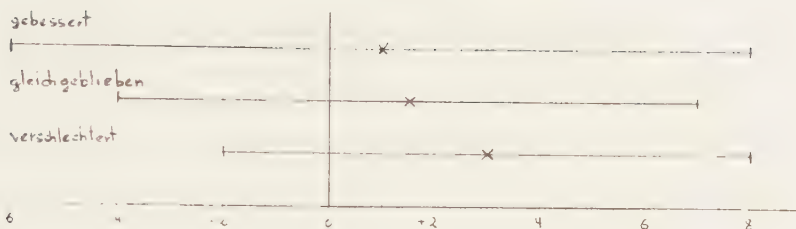
$\bar{x}_D$ und s_D der relativen Sr_{t_1} - Aktivität Kranke Fingergelenke



$\bar{x}_D$ und s_D der relativen Sr_{t_2} - Aktivität Kranke Fingergelenke



$\bar{x}_D$ und s_D der relativen Sr_{t_3} - Aktivität Kranke Fingergelenke



$\bar{x}_D$ und s_D der prozentualen Akkumulation

Kranke Fingergelenke



$\bar{x}_D$ und s_D der relativen In-Aktivität

Kranke Fingergelenke

Querwert ($\bar{x}_D$) und Streuung (s_D) von Differenzen nuklear-medizinischer Parameter aus 1. und 2. Untersuchung

($X_1 - X_2 = D$).

Es bedeuten :

$Sr_{t1} / \overline{UM}_{Sr}$ = Differenz der relativen Sr_{t1} -Aktivität aus 1. und 2. Untersuchung

t3

t3

$In / \overline{UM}_{In}$ = Differenz der relativen Indium-Aktivität aus 1. und 2. Untersuchung

x = Mittelwert

— = Grenzen des $1s_D$ -Bereiches

Die Ergebnisse des t-Tests mit gepaarten Daten von Fingergelenken sind in der untenstehenden Übersicht zusammengefaßt :

	% Akk.	$Sr_{t_1} / \overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t_2} / \overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t_3} / \overline{UM}_{Sr}$	$In / \overline{UM}_{In}$
<u>allgemein gebessert:</u>					
n =	5	5	4	5	7
Signifikanz	∅	ss	ss	ss	∅
<u>wesentlich gebessert:</u>					
n =	4	5	3	4	4
Signifikanz	∅	ss	s	ss	∅
<u>gleichgeblieben :</u>					
n =	8	8	5	8	7
<u>leicht verschlechtert:</u>					
n =	5	5	5	5	5
Signifikanz		∅	∅	s	
<u>allgemein verschlechtert:</u>					
n =	6	6	6	6	6
Signifikanz		∅	∅	ss	∅

Es bedeuten :

- % Akk. = prozentuale Akkumulation
- $Sr_{t_{1(2,3)}} / \overline{UM}_{Sr}$ = relative $Sr_{t_{1(t_2, t_3)}}$ - Aktivität
- $In / \overline{UM}_{Sr}$ = relative Indium-Aktivität
- s = signifikant = signifikant gegenüber p = 5 %
- ss = sehr signifikant = signifikant gegenüber p = 1 %

Weder die prozentuale Akkumulation noch die relative Indium-Aktivität bieten ein signifikantes Ergebnis. Als signifikant bzw. sehr signifikant erweisen sich dagegen Zu- und Abnahme der übrigen drei Radiostrontium-Parameter.

4. 2. 2. 4. Statistik bei ungepaarten Werten

Ordnet man den klinischen Aktivitätsstadien die verschiedenen nuklearmedizinischen Parameter zu und berechnet deren Mittelwert ($\bar{x}$) und Streuung (σ), zeigt sich folgendes Ergebnis :

Die Mittelwerte ($\bar{x}$) von prozentualer Akkumulation und relativer Sr_{t_3} -Aktivität nehmen mit steigender Entzündungsaktivität stetig zu. Eine Ausnahme dieser Regel bilden die Werte von 4 Fingergelenken des Aktivitätsstadiums 3. Bei Radioindiumwerten ist keine derartige Tendenz festzustellen.

Wie bei den Handgelenken sind die Streuungen der Einzelwerte zu groß, als daß die Durchführung eines t-Tests mit ungepaarten Werten sinnvoll erscheinen könnte.

Alle genannten nuklearmedizinischen Parameter sind bei stark schmerzhaften Gelenken abnorm erhöht.

Fünf Hände, an denen während der Kontrolluntersuchungen klinisch keine Entzündungsaktivität mehr nachgewiesen werden konnte, zeigen erhöhte nuklearmedizinische Parameter (s. a. 4. 1. 2. 4., 4. 1. 3. und 4. 2. 3.).

4. 2. 3. Klinisch unauffällige Gelenke

Wie schon bei den Handgelenken beobachtet wurde, halten sich die nuklearmedizinischen Parameter klinisch unauffälliger Fingergelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten nicht an die Grenzen der Normalbereiche.

4. 2. 3. 1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten
4. 2. 3. 2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4. 2. 3. 1.

Bei einem Patienten mit dem Verdacht auf Paraneoplastisches Syndrom (er wurde an einem Bronchuscarcinom operiert) lagen alle Werte für die relative Sr_{t_3} -Aktivität außerhalb der 2s-Grenzen gesunder Gelenke, ebenso der Wert für die relative Indium-Aktivität in der rechten Vorhand zur 2. Untersuchung.

Ein Patient mit dem Verdacht auf chronische Polyarthrits zeigte an seinen rechten Fingergelenken abnorm erhöhte Werte für die relative Sr_{t_3} -Aktivität während beider Messungen. Für die relative Indium-Aktivität war der Wert nur zur 2. Messung erhöht.

Ein dritter Patient mit Morbus Bechterew bot zur Nachkontrolle eine erhöhte relative Sr_{t_3} -Aktivität in der rechten Vorhand.

An den linksseitigen Fingergelenken eines Patienten mit chronischer Polyarthrits waren zu beiden Meßterminen erhöhte relative Radioindiumaktivitäten und Sr_{t_3} -Anreicherungen zu beobachten; bei beiden Vorhänden eines anderen Patienten mit der gleichen Krankheit erhöhte Radioindiumwerte während der 1. Untersuchung.

Die relative Sr_{t_3} -Aktivität lag also in 6 von 22 Fällen außerhalb der Normgrenzen (2s) gesunder Fingergelenke, die relative Indiumaktivität in 7 Fällen. Die prozentuale Akkumulation war in keinem Fall abnorm erhöht. Dabei ist zu bedenken, daß dieser Parameter die geringste Aussagekraft über den klinischen Verlauf von Fingergelenken besitzt.

4.2.3.3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

Ähnlich wie bei den Handgelenken sind die Schwankungen der Differenzen (s_D) von nuklearmedizinischen Parametern klinisch unauffälliger Gelenke deutlich größer als die Schwankungen bei gesunden Gelenken von Normalpersonen (s. a. 4.1.3.3.).

4.2.3.4. Statistik bei ungepaarten Werten

Die Mittelwerte aller nuklearmedizinischen Parameter klinisch unauffälliger Fingergelenke liegen höher als die Mittelwerte vergleichbarer Größen bei gesunden Gelenken. Ein ähnlicher Befund wurde an Handgelenken erhoben (s. 4.1.3.4.).

4.3. Sprunggelenke

4.3.1. Gesunde Sprunggelenke

Normalwerte sind den entsprechenden Tabellen zu entnehmen.

4.3.2. Klinisch auffällige Sprunggelenke

4.3.2.1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten

Bei allen Sprunggelenken blieben die Röntgenbefunde unverändert. 6 Gelenke haben sich klinisch verschlechtert, 1 Gelenk hat sich leicht gebessert und 4 Gelenke sind klinisch gleichgeblieben. Leichte Unterschiede in der subjektiven und objektiven Beurteilung des Krankheitsverlaufs waren 6 mal anzutreffen.

4.3.2.2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4.3.2.1.

Bei den Differenzen der prozentualen Akkumulation und der relativen Radioindium-Aktivität sind positive und negative Vorzeichen regellos über alle Zahlengruppen verteilt.

Bei den Werten für die relative Radiostrontiumaktivität zeigt sich dagegen deutlich eine Ordnung :

Von den klinisch verschlechterten Gelenken ($n = 6$) zeigen alle eine Zunahme der relativen Sr_{t_3} -Aktivität (negatives Vorzeichen der Differenz). Bei den 4 gleichgebliebenen Gelenken stehen sich 3 negative und 1 positives Vorzeichen gegenüber. Bei einem gebesserten Sprunggelenk hat der genannte Wert abgenommen.

In der untenstehenden Übersicht werden der nuklearmedizinische Verlauf der kranken Sprunggelenke (d.h. die Differenzen ihrer nuklearmedizinischen Parameter) mit den Schwankungen der Differenzen ($2s_D$) gesunder Gelenke verglichen.

	% Akk.	$Sr_{t_3} / \overline{UM}_{Sr}$	$In / \overline{UM}_{In}$
gebessert :	o	o	
gleichgeblieben :	o	o	o
	+	o	o
	-	o	o
	o	o	-
verschlechtert :	o	-	o
	-	-	o
	o	o	o
	o	-	o
	o	-	
	o	-	

Vergleich des nuklearmedizinischen Verlaufs kranker Gelenke mit Normalwerten.

Es bedeuten :

- + oberhalb des $2s_D$ - Bereiches von gesunden Sprunggelenken
- o innerhalb des $2s_D$ -Bereiches von gesunden Sprunggelenken
- unterhalb des $2s_D$ -Bereiches von gesunden Sprunggelenken

% Akk. = prozentuale Akkumulation

$Sr_{t_3} / \overline{UM}_{Sr}$ = relative Radiostrontium-Aktivität zum Zeitpunkt t_3

$In / \overline{UM}_{In}$ = relative Radioindium-Aktivität

Für die relative Sr_{t_3} - Aktivität ist also folgendes festzuhalten :

Bei 5 von 6 klinisch verschlechterten Sprunggelenken hat sie von der 1. zur 2. Untersuchung deutlich zugenommen. Bei 4 gleichgebliebenen und 1 leicht verbesserten Gelenk liegen die Werte im 2s-Bereich normaler gesunder Gelenke.

Ein deutlicher Zusammenhang zwischen Zu- und Abnahme der prozentualen Akkumulation bzw. der relativen Radioindium-Aktivität und dem klinischen Verlauf besteht nicht.

4.3.2.3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

Wie der Tabelle (4.3.2.3.) zu entnehmen ist, zeigen die Mittelwerte aus den Differenzen der prozentualen Akkumulation keine Korrelation zum klinischen Verlauf. Das gleiche gilt auch für die Werte der relativen Indium-Aktivität.

Im Gegensatz dazu haben die Werte beider relativer Sr-Aktivitäten (t_1 und t_3) bei klinisch verschlechterten Gelenken stärker zugenommen als bei klinisch gleichgebliebenen Sprunggelenken.

Der t-Test bei Paaranalysen an klinisch leicht verschlechterten Sprunggelenken liefert für die relative Sr-Anreicherung zum Zeitpunkt t_1 ein signifikantes Ergebnis; für die relative Sr_{t_3} - Aktivität ist das Ergebnis sehr signifikant.

Faßt man klinisch leicht und stark verschlechterte Gelenke in einer Gruppe zusammen ("allgemein verschlechtert"), so erweist sich die zahlenmäßige Zunahme sowohl der Sr_{t_1} - wie auch der Sr_{t_3} - Aktivität als sehr signifikant.

4.3.2.4. Statistik bei ungepaarten Werten

Wie bereits bei Hand- und Fingergelenken festgestellt wurde, nehmen mit steigender Entzündungsaktivität die Mittelwerte ($\bar{x}$) aller nuklearmedizinischer Parameter zu. Auch hier ist eine Trennung der einzelnen Zahlenbereiche auf Grund der großen Streuungen ($2s$) nicht möglich.

Stark schmerzhafteste Sprunggelenke bieten bei allen nuklearmedizinischen Parametern abnorm hohe Mittelwerte.

4.3.3. Klinisch unauffällige Sprunggelenke

4.3.3.1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten

4.3.3.2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4.3.3.1.

Die Werte nuklearmedizinischer Parameter klinisch unauffälliger Gelenke befinden sich z. T. außerhalb der $2s$ -Grenzen entsprechender Zahlen von gesunden Gelenken :

Die Größen für die relative Sr_{t_3} -Aktivität liegen in 7 von 64 Fällen außerhalb der Norm. Die Werte für die relative Indium-Aktivität übertreten die Grenzen der Normalwerte in 11 von 66 Fällen. Die prozentuale Akkumulation bleibt in allen 66 Fällen innerhalb des Normalbereiches.

4. 3. 3. 3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

4. 3. 3. 4. Statistik bei ungepaarten Werten

Auf eine ausführliche Beschreibung der Ergebnisse von statistischen Berechnungen an gepaarten und ungepaarten Werten wird verzichtet. Die Ergebnisse dieser Berechnungen an klinisch unauffälligen Sprunggelenken entsprechen weitgehend den an Hand- und Fingergelenken gewonnenen Resultaten.

4. 4. Zehengelenke

4. 4. 1 Gesunde Zehengelenke

Normalwerte sind den Tabellen 4. 4. 1. 1. und 4. 4. 1. 2. zu entnehmen.

4. 4. 2 Klinisch auffällige Zehengelenke

4. 4. 2. 1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten

Vier der insgesamt 12 hier beschriebenen klinisch auffälligen Gruppen von Zehengelenken hatten sich klinisch zwischen Vor- und Nachuntersuchung verbessert, 4 waren gleichgeblieben und 4 hatten sich leicht verschlechtert. Der Röntgenbefund blieb bei allen unverändert. Nur in 2 Fällen stimmten subjektive und objektive Beurteilung des Krankheitsverlaufes nicht überein.

4. 4. 2. 2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4. 4. 2. 1.

Zu- und Abnahme der prozentualen Akkumulation und der relativen Indium-Anreicherung folgen nicht dem klinischen Verlauf. Die relative Sr_{t_3} Aktivität ist bei klinisch gebesserten und klinisch gleichgebliebenen Vorfüßen kleiner geworden. Bei 3 der 4 verschlechterten Gelenkgruppen hat sie zugenommen.

Einen Vergleich des "nuklearmedizinischen Verlaufs" kranker Zehengelenke mit den Schwankungen der Differenzen ($2s_D$) der Parameter gesunder Gelenke zeigt die folgende Übersicht :

	% Akk.	$Sr_{t_3} / \overline{UM}_{Sr}$	$In / \overline{UM}_{In}$
wesentlich gebessert:	o (o)	+	+
leicht gebessert:	o (+)	o (+)	o (o)
	o (o)	o (o)	o (+)
	o (o)	+	+
gleichgeblieben :	o (o)	o (o)	-
	o (o)	o (o)	-
	o (o)	+	-
	-	+	o (+)
leicht verschlechtert:	o (-)	-	o (+)
	o (o)	-	o (+)
	-	o (o)	-
	o (-)	o (-)	o (o)

Es bedeuten :

- + oberhalb des $2s_D$ - Bereiches von gesunden Zehengelenken
- o innerhalb des $2s_D$ - Bereiches von gesunden Zehengelenken
- unterhalb des $2s_D$ - Bereiches von gesunden Zehengelenken

% Akk. = prozentuale Akkumulation

$Sr_{t_3} / \overline{UM}_{Sr}$ = relative Radiostrontium-Aktivität zum Zeitpunkt t_3

$In / \overline{UM}_{In}$ = relative Radioindium-Aktivität

Die in Klammern gesetzten Zeichen beziehen sich auf den Vergleich mit den einfachen s_D - Grenzen gesunder Gelenke

Wie der Übersicht zu entnehmen ist, entsprechen Zu- und Abnahme der relativen Sr_{t_3} -Anreicherung dem klinischen und nicht dem röntgenologischen Verlauf.

4.4.2.3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

Die Mittelwerte aus den Differenzen ($\bar{x}_D$) zeigen bei allen nuklearmedizinischen Parametern die schon bei anderen Gelenken beschriebene Tendenz :

Bei klinisch gebesserten Gelenken liegen sie höher als bei gleichgebliebenen und bei gleichgebliebenen höher als bei klinisch verschlechterten Gelenken.

Die großen Streuungen der Differenzen (s_D) erlauben allerdings keine exakte Trennung der Zahlenbereiche.

Der t-Test bei Paaranalysen erlaubt folgende Schlußfolgerungen :

Änderungen des klinischen Zustandes von Zehengelenken gehen mit signifikanten Änderungen der relativen Sr_{t_1} - und der relativen Sr_{t_3} -Aktivität einher.

4.4.2.4. Statistik bei ungepaarten Werten

Die nuklearmedizinischen Parameter von Zehengelenken des klinischen Aktivitätsstadiums 2 sind deutlich gegenüber der Norm erhöht. Das gleiche gilt für stark schmerzhaft Gelenke.

4.4.3. Klinisch unauffällige Zehengelenke

4.4.3.1. Vergleich klinischer und röntgenologischer Daten

4.4.3.2. Vergleich nuklearmedizinischer Daten mit 4.4.3.1.

Auch bei Zehengelenken gilt die Regel, daß die nuklearmedizinischen Parameter klinisch unauffälliger Gelenke

sich nicht an die 2s-Grenzen von entsprechenden Meßzahlen gesunder Gelenke halten.

Folgende Abweichungen von der Norm wurden beobachtet :

Bei Patienten mit chron. Polyarthritiden waren die Zahlen für die relative Sr_{t_3} - Anreicherung in 8 von 33 Fällen

abnorm hoch. Bei einem Patienten mit Arthritis psoriatica lag der gleiche Wert in 2 von 4 Fällen außerhalb der Norm.

Abnorme Größen für die relative Indium-Anreicherung wurden in 31 von 60 Fällen registriert. Die prozentuale Akkumulation übertrat in 2 von 61 Fällen die Normgrenzen.

4.4.3.3. Statistik bei gepaarten Werten (Paaranalysen)

4.4.3.4. Statistik bei ungepaarten Werten

Es wird darauf verzichtet, die Ergebnisse von statistischen Berechnungen an gepaarten und ungepaarten Werten ausführlich zu beschreiben. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in den entsprechenden Tabellen aufgeführt. Ihre Aussagekraft entspricht im wesentlichen den Ergebnissen der Untersuchungen an klinisch unauffälligen Sprunggelenken.

4.5. Kurze Zusammenfassung

In diesem Kapitel sollen die wichtigsten bisher geschilderten Ergebnisse kurz zusammengefaßt werden. Hierbei sollen auch Unterschiede zwischen den einzelnen Gelenken dargestellt werden.

4.5.1. Gesunde Gelenke

Betrachtet man die Größen der Standardabweichungen (s bzw. s_D) aller Normalwerte in ihrem Verhältnis zur Ausgangsgröße ($\bar{x}$ bzw. $\bar{x}_D$) so zeigt sich (*s. a. Tab. 4. x. 1.*) :

Bei allen vier Gelenksgruppen hat die relative Sr_{t_3} -Aktivität

die relativ geringste Schwankung, d. h. dieser Wert besitzt unter allen anderen nuklearmedizinischen Parametern die höchste Reproduzierbarkeit.

Die Reproduzierbarkeit dieses Wertes an den einzelnen Gelenksgruppen drückt sich in der folgenden Skala aus :

Handgelenke > Fingergelenke > Sprunggelenke > Zehengelenke

Die geringste Schwankung zeigt also die relative Sr_{t_3} -Aktivität an gesunden Handgelenken.

4. 5. 2.

Klinisch auffällige Gelenke

Prozentuale Akkumulation und relative Radioindium-Aktivität erwiesen sich bei allen vier Gelenksgruppen als nur ungenaue nuklearmedizinische Parameter des klinischen Verlaufs.

Den Grad der Übereinstimmung des Sr_{t_3} - Parameters mit dem klinischen Verlauf zeigt die auf der nächsten Seite stehende Übersicht.

Bei den Handgelenken erweist sich die relative Sr_{t_3} -Aktivität in 17 von 19 Fällen als exakter Parameter des klinischen Verlaufes, bei den Fingergelenken in 16 von 19 Fällen. Mangelnde Übereinstimmung der klinischen und der radiologischen Beurteilung des Krankheitsverlaufes war bei den Sprunggelenken in 2 von 11 Fällen festzustellen, bei den Zehengelenken in 6 von 12 Fällen.

Die Gelenke von Patienten, die dem D-Penicillamin-Kollektiv angehörten, sind eigens gekennzeichnet.

Klinischer Verlauf Verhalten der relativen Sr_{t_3} -Aktivität

Hand- Finger- Sprung- Zehen-
gelenke gelenke gelenke gelenke

stark gebessert:

+	!	+	!		+
+	!	+	!		
+		+	!		
+		+			

leicht gebessert:

+	!	o	!	o	o	!	
+	!					o	!
+	!					+	
o	!						
+	!						
+	!						

gleichgeblieben :

o	!	o	!	o	!	o	!
o	!	o	!	o	!	o	!
o	!	o	!	o		+	
-	!	o	!	o		+	
o		o					
o		o					
		o					
		o					

leicht verschlechtert:

-	!	-	!	-		-	
-		o	!	-		-	
-		-	!	o		o	
		o	!	-		o	
		-		-			

stark verschlechtert:

- -

Vergleich des klinischen Verlaufs verschiedener Gelenksgruppen mit ihrem "nuklearmedizinischen Verlauf", d. h. den Differenzen der Werte für die relative Sr_{t_3} -Aktivität aus Vor- und Nachuntersuchung. ($D = X_1 - X_2$).

Mit entsprechenden Symbolen wird die Stellung der einzelnen Differenz zum Normalbereich der Differenzen angegeben.

Es bedeuten :

+ = oberhalb der $2s_D$ -Grenzen der Differenzen der relativen Sr_{t_3} -Aktivitäten bei gesunden Gelenken

o = innerhalb der o. a. Grenzen

- = unterhalb der o. a. Grenzen

! = Patient gehört dem D-Penicillamin-Kollektiv an.

Mit einer sehr sensiblen statistischen Methode, dem t-Test bei gepaarten Daten, war untersucht worden, ob die zahlenmäßige Zu- und Abnahme nuklearmedizinischer Parameter bei klinisch veränderten Gelenken als signifikant zu bewerten ist. Für die relative Sr_{t_3} -Aktivität sind die Ergebnisse in untenstehender Tabelle aufgeführt :

	Hand- gelenke	Finger- gelenke	Sprung- gelenke	Zehen- gelenke
<u>allgemein</u>				
<u>gebessert :</u>				
n =	10	5		4
Signifikanz =	ss	s		s
<u>wesentlich</u>				
<u>gebessert:</u>				
n =	4	4		1
Signifikanz =	ss	ss		
<u>leicht gebessert:</u>				
n =	6	1	1	3
Signifikanz =	s			Ø
<u>leicht ver- schlechtert:</u>				
n =	3	5	5	4
Signifikanz =	ss	s	ss	s

Es bedeuten :

n = Anzahl der dem t-Test unterzogenen Wertepaare
(s. a. Kap. II 1. 6.)

s = signifikant = signifikant gegenüber der Signifikanz-
grenze $p = 5 \%$

ss = sehr signifikant = signifikant gegenüber der Signifikanz-
grenze $p = 1 \%$

$\emptyset$ = nicht signifikant

Unter "allgemein gebessert" sind die Gruppen "wesentlich ge-
bessert" und "leicht gebessert" zusammengefaßt.

Klinischen Veränderungen der Gelenke entsprechen also
signifikante bis sehr signifikante Änderungen der relativen

Sr_{t_3} - Aktivität :

Bei Handgelenken wurden sehr signifikante Ergebnisse in
den Gruppen "allgemein gebessert", "wesentlich gebessert"
und "leicht verschlechtert" erhalten. Das bedeutet, daß das
Resultat höchstens in 1 % aller Fälle als zufällig anzusehen
ist (s. a. Kap. II 1. 6.). Sehr signifikante Ergebnisse wurden
auch bei klinisch wesentlich gebesserten Fingergelenken
und leicht verschlechterten Sprunggelenken erhalten. Bei
leicht gebesserten Zehengelenken erwies sich die zahlen-
mäßige Abnahme der relativen Sr_{t_3} - Aktivität als nicht
signifikant.

Mit geringen Einschränkungen gelten die geschilderten Er-
gebnisse auch für die Werte der relativen Sr_{t_1} - Aktivität,
mit stärkeren Einschränkungen auch für die Werte der rela-
tiven Sr_{t_2} -Aktivität (s. Tab. 4. x. 2, 3.).

Ordnete man den klinischen Aktivitätsstadien die Einzelwerte der verschiedenen nuklearmedizinischen Parameter zu (X_1 bzw. X_2), so erhielt man folgendes Bild :

Mit steigender klinischer Entzündungsaktivität nehmen die Mittelwerte ($\bar{x}$) von relativer Radiostrontium-Aktivität (t_3), prozentualer Akkumulation und relativer Radioindium-Aktivität stetig zu. Dies gilt für alle Gelenke, am stärksten für die Handgelenke. Als bester Parameter erwies sich die relative Sr_{t_3} -Aktivität.

4. 5. 3. Klinisch unauffällige Gelenke

Nuklearmedizinische Parameter klinisch unauffälliger Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten halten sich nicht an die Grenzen ihrer Normalbereiche. Das bedeutet wohl, daß an diesen Gelenken Prozesse stattfinden, die klinisch nicht auffallen, nuklearmedizinisch aber erfaßt werden können. Diese Beobachtung konnte an allen untersuchten Gelenksarten gemacht werden (s. a. Tab. 4. x. 3.).

5. Kasuistik

5. 1. Zwei Patienten mit auffallenden Befunden sollen an den Anfang gestellt werden :



Abb. 5: Chronische Polyarthritis. Stadium I an Zehengrundgelenken, Stadium II an Großzehengrundgelenken. Zusätzlich degenerative Veränderungen. Während der Nachkontrollen gleicher Befund.



Abb. 6a: ^{87m}Sr -Szintigramm (150' p. i.) zu Abb. 5, Erstuntersuchung. Abnorme Aktivitätsanreicherung in Mittelfüßen und angedeutet in einigen Zehengrundgelenken.

Abb. 6b: Zweituntersuchung: Zusätzliches Herd im rechten Großzehengrundgelenk.

Markierung am Innenknöchel und Großzehengrundgelenk.

5.1.1. Chronische Polyarthrit

Der erste Patient, eine 62jährige Frau, war nach der Erstuntersuchung zunächst mit gutem Erfolg behandelt worden. Sie litt an chronischer Polyarthrit und hatte D-Penicillamin und Corticoide erhalten. 2 Wochen vor den Nachuntersuchungen war nach einem "grippalen Infekt" eine allgemeine Verschlechterung eingetreten. Durch diesen neuen Schub war der Therapieerfolg wieder aufgehoben, so daß Zehen-, Sprung- und Handgelenke die gleichen klinischen Aktivitätszeichen boten wie zur Erstuntersuchung. Die Fingergelenke hatten sich im Vergleich zur Voruntersuchung klinisch sogar verschlechtert. Sie waren sehr schmerzhaft und zeigten eine erhöhte Morgensteifigkeit. (s. Tab. 5.1.1.)

Die relative Sr_{t_3} - Aktivität hat sich bei den klinisch gleichgebliebenen Gelenken kaum geändert; an den klinisch verschlechterten Fingergelenken der rechten Hand hat dieser Parameter deutlich zugenommen, an denen der linken Hand nur geringfügig. (s. Tab. 5.1.1.)

Im Röntgenbild der Füße (s. Abb. 5) werden an den Zehengrundgelenken Veränderungen sichtbar, die dem Stadium I (nach STEINBROCKER) entsprechen; an den Großzehengrundgelenken ist ein Stadium II erreicht.

Im 150 Min. p.i. angefertigten ^{87m}Sr -Szintigramm der Voruntersuchung zeigen sich abnorme Nuklidspeicherungen an den Mittelfüßen und angedeutet an den Großzehengrundgelenken und den übrigen Zehengrundgelenken (s. Abb. 6 a).

Im Szintigramm der Nachuntersuchung (s. Abb. 6 b) hat die ^{87m}Sr -Aktivität über dem rechten Großzehengrundgelenk gegenüber dem Vorbefund stark zugenommen. Nach dem bisher Gesagten (Kap. IV 4.) muß dies als Ausdruck einer verstärkten Entzündungsaktivität gewertet werden. Klinisch ist an dem Gelenk allerdings keine Verschlechterung gegenüber der Voruntersuchung festgestellt worden.

In den Zählratenbestimmungen über den Vorfüßen wurde die im Szintigramm sichtbare Aktivitätszunahme über der rechten Großzehe nicht erfaßt. Eine Erklärung dafür wird wohl in der relativ schlechten Meßgeometrie zu finden sein, die wahrscheinlich auch für die geringe Reproduzierbarkeit von Normalwerten an Zehengelenken verantwortlich zu machen ist. (s. Kap. IV 4. 4. 1.).

5. 1. 2. Arthritis tuberculosa

Der zweite Patient, ein 23jähriger Mann, war an einer Arthritis tuberculosa des rechten Handgelenkes erkrankt. Unter spezifischer Therapie konnte der Prozeß rasch zur Ausheilung gebracht werden.

Die nuklearmedizinische Untersuchung im floriden Stadium der Erkrankung ergab deutlich erhöhte Radiostrontium- und Radioindium-Parameter am betroffenen Handgelenk und unauffällige Zählraten an den übrigen, klinisch nicht befallenen Gelenken.

Zur Nachuntersuchung in der Ausheilungsphase der Krankheit hatten alle nuklearmedizinischen Parameter am rechten Handgelenk deutlich abgenommen.

Die relative In-Aktivität lag wieder innerhalb der Norm. Die relative Sr_{t_3} -Aktivität war dagegen noch abnorm hoch. Diesen Befund erklärt die Röntgenuntersuchung: Während der Nachkontrollen waren Sklerosierungen und Kalksalzeinlagerungen im Sinne einer Besserung festgestellt worden. An den übrigen Gelenken waren die nuklearmedizinischen Befunde unverändert geblieben.

- 5.2. Die einzige Differentialdiagnose entzündlich-rheumatischer Gelenkserkrankungen, zu deren Klärung unsere Methode beitragen kann, ist die Frage, ob es sich bei einer bestimmten Krankheit um einen monoarthritischen oder polyarthritischen Prozeß handelt. Daß diese Frage nicht bedeutungslos ist, zeigt das Beispiel zweier Patienten: Bei beiden war eine in ihrer Entstehung unklare isolierte Gonarthrititis diagnostiziert worden.
- Die Differentialdiagnose bei dem einen Patienten lautete : Paraneoplastisches Syndrom, beim anderen: Morbus Bechterew.

- 5.2.1. Der erste Patient war 55 Jahre alt und an einem Bronchus-Carcinom operiert worden. Die Verdachtsdiagnose "Paraneoplastisches Syndrom" lag nahe, klinisch konnte aber nur eine isolierte Gonarthrititis nachgewiesen werden. In den nuklearmedizinischen Vor- und Nachuntersuchungen ergaben sich für die Finger- und Handgelenke beider Hände stark über die Norm erhöhte Werte für die relative Sr_{t_3} -Aktivität. Am rechten Handgelenk hatte sich der nuklearmedizinische Befund sogar noch verschlechtert. An den Zehen- und Sprunggelenken lag die relative Sr_{t_3} -Aktivität während beider

Messungen innerhalb der Normgrenzen, obwohl sie an den rechten Sprung- und Zehengelenken abnorm zugenommen hatte (s. Tab. 2. 1.).

Das bedeutet, daß während beider Untersuchungen Prozesse an den Finger- und Handgelenken des Patienten stattfanden, die zwar dem klinischen Nachweis entgingen, nuklearmedizinisch aber objektiviert werden konnten. Die Diagnose "Paraneoplastisches Syndrom" ist dadurch wahrscheinlicher geworden.

Das Paraneoplastische Syndrom der Rheumatiker stellt eine Unterform rheumatoider Gelenkserkrankungen dar. Es handelt sich häufig um eine polyarthritische Erkrankung.

5. 2. 2.

Der zweite Patient war 31 Jahre alt. Sein Bruder war an Morbus Bechterew erkrankt; bei ihm selbst war eine isolierte Gonarthrititis festgestellt worden.

Bis auf eine gering erhöhte BKS und nächtliche Kreuzschmerzen bot der Patient keine weiteren Zeichen eines Morbus Bechterew: Weder an den Gelenken der Wirbelsäule, noch an den Iliosakralgelenken oder anderen Gelenken waren krankhafte Veränderungen nachzuweisen.

Wegen der Frage einer evtl. einzuleitenden Goldtherapie war es zur Diskussion zwischen den Ärzten der Poliklinik und dem Hausarzt des Patienten gekommen, der die Ansicht vertrat, es handle sich um ein "Reizknie".

Die nuklearmedizinischen Untersuchungen an Finger-, Hand-, Sprung- und Zehengelenken brachten folgende Ergebnisse (s. Tab. 2. 2.) :

Alle Einzelwerte der relativen Sr_{t_3} -Aktivität aus Vor- und

Nachuntersuchung befinden sich innerhalb des Normbereichs. Wesentliche Änderungen dieses nuklearmedizinischen Parameters finden sich nur bei den Fingergelenken der rechten Hand.

Die prozentuale Akkumulation zeigt nur geringe Schwankungen innerhalb der Norm. Die relative In-Aktivität liegt - mit 2 Ausnahmen während der Nachkontrollen - innerhalb der Normgrenzen: in 3 Fällen hat sie abnorm zugenommen. Die beiden letztgenannten Parameter besitzen die schlechtesten Korrelationen zum klinischen Verlauf einer Erkrankung (s. Kap. IV 4.).

Von seiten der Nuklearmedizin war also an Finger-, Hand-, Zehen- und Sprunggelenken eine entzündlich-rheumatische Erkrankung nicht zu sichern.

5. 3. Hochdosierte Cortisontherapie (6 Patienten)

6 Patienten hatten während Vor- und/oder Nachuntersuchung hohe Dosen von Corticoiden erhalten (von hoher Dosierung sprechen wir, wenn die Tagesdosis 7,5 mg Prednisolon übersteigt).

Befunde, die an den Gelenken dieser Patienten erhoben wurden, unterscheiden sich deutlich von den bisher beschriebenen (s. Kap. IV 4.).

Da nur wenige dieser 6 Patienten streng gleichen Bedingungen unterworfen waren, muß bei der Schilderung dieser Befunde auf statistische Methoden verzichtet werden.

5. 3. 1. Der 1. Patient, eine 64jährige Frau, war während der Voruntersuchung mit Azapropazon (Prolixan^R) und symptomatisch mit Analgetica und Antiphlogistica behandelt worden. Corticoide hatte sie nicht erhalten. Nach der

1. Untersuchung verschlechterte sich ihr Zustand, so daß 1 Monat vor der Nachuntersuchung eine Cortisontherapie mit einer Tagesdosis von 10 mg Prednisolon eingeleitet wurde. Unter dieser Therapie hatte sie bis zur Nachuntersuchung an allen Gelenken wieder den Zustand während der 1. Untersuchung erreicht (s. Tab. 5. 3. 1.).

Bei diesem klinischen Befund würde man - entsprechend den zuvor geschilderten Ergebnissen (Kap. IV 4.) - von den nuklearmedizinischen Parametern folgendes erwarten :

Alle Größen dürften sich nur unwesentlich geändert haben, d. h. ihre Differenzen aus Vor- und Nachuntersuchung müßten sich innerhalb der $2s_D$ -Grenzen nuklearmedizinischer Meßgrößen von gesunden Gelenken aufhalten. Am ehesten sollte dies für die relative Sr_{t_3} -Aktivität zutreffen.

Entgegen diesen Erwartungen hat jedoch die relative Sr_{t_3} -Aktivität bei allen Gelenken zugenommen. Eine besonders deutliche Zunahme ist bei Gelenken festzustellen, die während Vor- und Nachuntersuchung starke Aktivitätszeichen boten.

Ein ähnliches Verhalten zeigt die relative In-Aktivität, wogegen die prozentuale Akkumulation bei fast allen Gelenken abgenommen hat. Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß die beiden letztgenannten Parameter nur schlecht mit dem klinischen Verlauf korreliert sind (s. Kap. IV 4.).

Erwartungsgemäß liegen - mit Ausnahme der Werte für die Zehengelenke - alle Einzelwerte der relativen Sr_{t_3} -Aktivität aus 1. und 2. Untersuchung außerhalb der Norm.

Bei der Berechnung der relativen Radioindium- und Radiostrontium-Aktivitäten wurde nur die linke Unterschenkelmitte

benutzt. Die Patientin war nämlich zwischen Vor- und Nachuntersuchung rechts lumbal sympathektomiert worden. Mit dieser Maßnahme wollte man die schweren Durchblutungsstörungen des rechten Beines beheben. Der Einfluß dieses Umstandes auf die o. a. nuklearmedizinischen Befunde darf nicht überschätzt werden: Während der Nachuntersuchung standen Meßgrößen, die über der rechten Unterschenkelmitte gewonnen wurden, in konstantem Verhältnis zu Meßgrößen der linken Unterschenkelmitte. So ist die Sympathektomie wohl nicht für die Diskrepanz nuklearmedizinischer und klinischer Befund verantwortlich.

- 5.3.2. Die 2. Patientin ist 60 Jahre alt. Sie ist mit D-Penicillamin und Corticoiden behandelt worden. Während der 1. Untersuchung erhielt sie täglich 10 mg D-Penicillamin und 5 mg Prednisolon, während der Nachkontrollen waren es 15 mg D-Penicillamin und 7,5 mg Prednisolon. Zusätzlich zu dieser Therapie hatte die Patientin 5 Wochen vor der Zweituntersuchung einen sog. "Cortisonstoß" bekommen: 3 Tage lang wurden ihr täglich 20 mg Prednisolon verabreicht, dann 3 Tage lang 15 mg; in den folgenden 2 Wochen erhielt sie als Tagesdosis 10 mg, danach wieder ihre Erhaltungsdosis von 7,5 mg Prednisolon/die. Die Patientin hatte vor dieser Stoßtherapie in allen betroffenen Gelenken heftige Schmerzen, danach war sie nahezu schmerzfrei. Sie selbst gibt an, daß sich der Zustand dieser Gelenke wesentlich gebessert habe. Klinisch wurde eine leichte Besserung an Sprung- und Handgelenken, sowie an der rechten Vorhand festgestellt. Die Zehengelenke waren während beider Untersuchungen klinisch nicht aufgefallen (s. Tab. 5.3.2.).



Abb. 7: Chronische Polyarthritis. Handgelenke, Daumengrundgelenke und Grundgelenk des linken Zeigefingers = Stadium III; übrige Fingergrundgelenke, Mittelgelenke der linken Vorhand = Stadium II; Mittelgelenke der rechten Vorhand = Stadium I. Keine Befundänderung zur Nachuntersuchung.



Abb. 8a: ^{87m}Sr -Szintigramm (150° p. i.) zu Abb. 7, Erstuntersuchung. Abnorme Speicherung in beiden Handgelenken, beiden Daumengrundgelenken sowie dem Grundgelenk des linken Zeigefingers.

Abb. 8b: Zweituntersuchung, ähnlicher Befund wie in Abb. 8a, zusätzlich vermehrte Speicherung im radialen Anteil des Grundgelenkes des linken Mittelfingers.

Markierung an Processus styloides radii, Fingergrundgelenken und Fingerspitzen



Abb. 9a: ^{113m}In -Szintigramm (40°p.i.) zu Abb. 7; Erstuntersuchung. Abnorme Aktivität in beiden Handgelenken und den Grundgelenken von Daumen, Zeige- und Mittelfinger der linken Hand.

Abb. 9b: Zweituntersuchung. Abnahme der abnormen Speicherung in Grundgelenken von Daumen, Zeige- und Mittelfinger der linken Hand; Zunahme im linken Handgelenk.

Markierung an Processus styloides radii, Fingergrundgelenken und Fingerspitzen

Wiederum kontrastieren die nuklearmedizinischen Befunde deutlich mit den klinischen :

Die relative Sr_{t_3} -Aktivität hat bei keinem der klinisch gebesserten Gelenke eindeutig abgenommen. Bei den klinisch unauffälligen Zehengelenken hat sie hingegen deutlich zugenommen. Die Differenzen der prozentualen Akkumulation und der relativen In-Aktivität aus Vor- und Nachuntersuchung liegen mit zwei Ausnahmen innerhalb des Normbereiches ($x_D \pm 2 s_D$). Erwartet hätte man, daß v. a. die relative Sr_{t_3} -Aktivität bei klinisch gebesserten Gelenken abgenommen hätte und bei klinisch unauffälligen gleichgeblieben wäre.

Offenbar zeigt sich hier eine Wirkung des Cortisonstoßes auf die ^{87m}Sr -Anreicherung.

Das Röntgenbild der Hände (s. Abb. 7) deckt schwere Destruktionen auf: An beiden Handgelenken, den Daumengrundgelenken und dem Grundgelenk des linken Zeigefingers war der Prozeß bis zum Stadium III (nach STEINBROCKER) fortgeschritten. An den übrigen Fingergrundgelenken und den Mittelgelenken der linken Vorhand war das Röntgenstadium II erreicht worden, an den Mittelgelenken der rechten Finger Stadium I. Zwischen Vor- und Nachuntersuchung haben sich die Röntgenbefunde der einzelnen Gelenke nicht verändert.

Im 150 Min. p. i. angefertigten ^{87m}Sr -Szintigramm der Voruntersuchung (s. Abb. 8 a) zeigt sich eine abnorme Nuklidspeicherung an beiden Handgelenken, dem Grundgelenk des linken Zeigefingers, sowie angedeutet an beiden Daumengrundgelenken. Die Nachuntersuchung bietet einen ähnlichen Befund (s. Abb. 8 b) : Zusätzlich scheint der radiale Teil des Grundgelenkes des linken Mittelfingers vermehrt

zu speichern.

Dem 40 Min. p.i. angefertigten $^{113}\text{m}_{\text{In}}$ -Szintigrammen aus Vor- und Nachuntersuchung ist zu entnehmen (s. Abb. 9 a und 9 b) : Die abnorme Anreicherung von Radioindium in den Grundgelenken des linken Mittel- und Zeigefingers hat von der 1. zur 2. Messung deutlich abgenommen.

Der im 1. Szintigramm über dem linken Daumengrundgelenk dargestellte Herd ist im 2. Szintigramm nicht mehr zu sehen. Beide Handgelenke zeigen während beider Untersuchungen eine erhöhte Nuklidspeicherung, besonders stark ist diese Anreicherung im linken Handgelenk während der Nachkontrolle.

Stellt man den geschilderten szintigraphischen Ergebnissen klinische Daten gegenüber, so bestätigt sich erneut, daß bei dieser Patientin klinische und nuklearmedizinische Befunde nicht übereinstimmen.

Zugleich zeigt sich, daß sich die szintigraphische Darstellung eines Herdes und die quantitative Erfassung seiner Aktivität sinnvoll ergänzen.

5. 3. 3. Die dritte Patientin, die während der Untersuchungsreihe unter hohen Cortisondosen stand, ist 58 Jahre alt. Sie erhielt während der Erstuntersuchung eine Tagesdosis von 10 mg Prednisolon, während der Nachkontrollen dagegen nur 5 mg. Über die Synovektomie an ihrer rechten Hand ist schon berichtet worden (s. 4. 1. 4.).

Bei dieser Patientin stimmen klinischer und nuklearmedizinischer Befund weitgehend überein :

Mit Ausnahme des synovektomierten Handgelenkes hat sich der klinische Zustand an keinem der Gelenke geändert. Dementsprechend sind auch alle nuklearmedizinischen Parameter mit 3 unbedeutenden Ausnahmen gleichgeblieben (s. Tab. 5. 3. 3.).

5. 3. 4. Beim vierten Patienten, einem 50jährigen Mann, waren während der Voruntersuchungen keine ^{87m}Sr -Messungen durchgeführt worden.

Er hatte 10 bis 15 mg Prednisolon pro Tag als Dauertherapie während der Untersuchungsreihe erhalten. Trotz dieser Therapie hat sich der Zustand der befallenen Gelenke laufend verschlechtert. Dem entspricht die zahlenmässige Zunahme der relativen Radioindium-Aktivität bei allen befallenen Gelenken.

5. 3. 5. Der fünfte Patient, eine 50jährige Frau, war zur 1. Untersuchung mit D-Penicillamin behandelt worden. Als eine Allergie gegen dieses Medikament auftrat, mußte es abgesetzt werden. Die Patientin litt daraufhin unter starken Schmerzen in beiden Händen, so daß eine Cortisontherapie mit hohen Dosen eingeleitet wurde. Die Dosierung konnte im Lauf der Behandlung deutlich reduziert werden, ohne daß starke neue Krankheitsschübe auftraten. 6 Wochen vor der Nachuntersuchung erhielt die Patientin eine Tagesdosis von 5 mg Prednisolon, bei starken Schmerzen verdoppelte sie ihre Dosis.

Bei der klinischen Nachkontrolle wurde an Hand- und Fingergelenken eine leichte Besserung festgestellt. Von den nuklearmedizinischen Parametern war die relative Sr_{t_3} -Aktivität an den Handgelenken deutlich zur Norm hin abgefallen, an den Fingergelenken zeigt dieser Wert nur unbedeutende Schwankungen innerhalb der Norm.

Bei den klinisch unauffälligen Sprunggelenken sind die Einzelwerte für die relative Sr_{t_3} -Aktivität normal, rechts ist allerdings die Differenz der Einzelwerte abnorm hoch. Bei

den unauffälligen Zehengelenken hat sich dieser Parameter kaum verändert, er ist während beider Untersuchungen abnorm hoch. Prozentuale Akkumulation und relative In-Aktivität haben sich - mit 2 Ausnahmen - nur unwesentlich geändert.

Klinischer und nuklearmedizinischer Befund stimmen weitgehend überein.

- 5.3.6. Die 6. Patientin ist 42 Jahre alt. Sie stand während der Voruntersuchung unter einer Dauertherapie mit 15 mg Prednisolon/die. Einen Monat vor der Nachuntersuchung wurde die Cortisondosis reduziert; sie erhielt 10 mg/die in Kombination mit einem Immunsuppressivum (Imurec^R).

Klinisch hatte sich an den Gelenken nichts geändert: Alle untersuchten Gelenke waren bei beiden Untersuchungen gleich stark befallen. Dem klinischen Befund entspricht das Verhalten der relativen Sr_{t_3} -Aktivität: Sie ist bei allen Gelenken nahezu gleichgeblieben, nur an der linken Vorhand hat sie deutlich zugenommen. Prozentuale Akkumulation und relative Radioindium-Aktivität blieben mit fünf Ausnahmen ebenfalls unverändert.

- 5.3.7. Zusammenfassend läßt sich also feststellen :

Bei Patienten, die während der Nachkontrollen unter hohen Dosen Cortison standen (5.3.1.), bzw. kurz vor der 2. Untersuchung einem Cortisonstoß ausgesetzt waren (5.3.2.), stimmen das Verhalten der relativen Sr_{t_3} -Aktivität und klinischer Verlauf nicht überein.

Bei Patienten dagegen, die unter annähernd gleichen Cortisonbedingungen vor- und nachuntersucht worden sind, ent-

sprechen das Verhalten der relativen Sr_{t3} -Aktivität und klinischer Verlauf einander.

Wenn die geschilderten Ergebnisse nicht auf Zufall beruhen, so gibt es grundsätzlich 2 Erklärungen:

Entweder wurde der Zustand der einzelnen Gelenke so verändert, daß klinischer und nuklearmedizinischer Befund nicht übereinstimmen, oder es hat sich der Bezugspunkt der relativen Sr_{t3} -Aktivität, d.h. die Zählraten über den Unterschenkelmitten geändert. In beiden Fällen würden diese Zustandsänderungen nur dann zum Tragen kommen, wenn Vor- und Nachuntersuchungen unter verschiedenen Cortison-Bedingungen stattfanden.

Eine ausführliche Diskussion der möglichen Ursachen findet sich im folgenden Kapitel.

V. Diskussion

Wie eingangs erwähnt, bemühen sich Rheumatologen seit langem um ein einfaches Verfahren, das ihnen erlaubt, den Verlauf entzündlich-rheumatischer Gelenkserkrankungen genau zu verfolgen und möglichst quantitativ zu erfassen.

Röntgenkontrollen sind zu diesem Zweck nur bedingt brauchbar, denn sie zeigen nur knöcherne Spätfolgen eines Prozesses an, der sich primär an den Gelenkweichteilen abspielt.

So haben sich während der Untersuchungszeit (durchschnittlich 5 Monate) nur an zwei Gelenken die Röntgenbefunde geändert. Bei den übrigen 103 klinisch erkrankten Gelenken bzw. Gelenksgruppen ist der Befund gleich geblieben. Der klinische Zustand dagegen hat sich bei 58 Gelenken (= 55,2 %) zum Teil stark geändert (Tabellen 4.n.2.1.).

In der nuklearmedizinischen Diagnostik entzündliche Gelenkserkrankungen wurden bisher vor allem Radiostrontium (87m Sr , 85m Sr), Radio-Indium und 99m Tc -markierte Phosphate eingesetzt. Über - im Rahmen der vorliegenden Arbeit - wichtige Erfahrungen mit diesen Isotopen wurde bereits berichtet (s.S. 9 ff).

Eine Korrelation des Schweregrades röntgenologisch objektivierter Knochenstrukturen mit nuklearmedizinischen Parametern war nicht festzustellen. Die bei Kniegelenken beobachtete lose Korrelation zwischen Radioindium-Speicherung und Schwere des Röntgenbefundes (17) ließ sich bei kleinen Gelenken nicht bestätigen.

Es wurde die Verwendbarkeit verschiedener nuklearmedizinischer Parameter zur Verlaufskontrolle entzündlicher Gelenkserkrankungen untersucht.

Als brauchbarste Größe erwies sich die relative Sr_{tl} -Aktivität (= Quotient aus der 120 Min. p.i. über dem betreffenden Gelenk gemessenen 87m Sr -Uptake-Rate als Dividend und dem Mittelwert der 140 Min. p.i. über beiden Unter-

schenkelmitten bestimmten ^{87m}Sr -Zählraten als Divisor.

Der Zahlenwert dieses Parameters hat bei allen Gelenken, deren Zustand sich nach klinischem Urteil stark gebessert oder verschlechtert hatte ($n = 11$) deutlich zugenommen bzw. abgenommen (s.S. 65 ff; Tab. 4.n.2.2.). Von einer deutlichen Zu- bzw. Abnahme eines nuklearmedizinischen Parameters sprachen wir, wenn die Differenz dieser Zahlenwerte aus Vor- und Nachuntersuchung größer war als die doppelte Streubreite dieser Differenzen bei gesunden Gelenken (mit anderen Worten: Der Zahlenwert der Differenz müßte außerhalb des s_D -Bereiches gesunder Gelenke liegen: $D > 2s_D$).

Bei 22 klinisch gleichgebliebenen Gelenken war dieser Parameter mit 3 Ausnahmen ebenfalls gleich groß geblieben ($D < 2s_D$).

Leichteren Änderungen des klinischen Zustandes entsprachen geringere Änderungen der relativen Sr_{t3} -Aktivität: In 17 dieser Fälle hatte dieser Parameter deutlich zu- bzw. abgenommen, in 10 dieser Fälle lag die Differenz innerhalb des $2s_D$ -Bereiches gesunder Gelenke (s.S. 64, Tab. 4.n.2.2.).

Hatte sich bei einem Patienten ein Gelenk stärker gebessert als ein anderes, so war auch die relative Sr_{t3} -Aktivität bei diesem Gelenk stärker kleiner geworden als bei dem anderen (s.S. 47, Tab. 4.2.2.).

Änderungen des klinischen Zustandes der Gelenke entsprachen signifikante ($p < 0,05$) bis sehr signifikante ($p < 0,01$) Änderungen der relativen Sr_{t3} -Aktivität. Lediglich bei der Gruppe der Zehengelenke fand sich eine Ausnahme von dieser Regel (Tab. 4.n.2.3.).

Schlüsselt man diese Ergebnisse nach Einzelgelenken auf, so ergibt sich bei Handgelenken eine Übereinstimmung der klinischen und der nuklearmedizinischen Verlaufsbeurteilung in 17 von 19 Fällen (= 89,5%) bei Fingergelenken in 16 von 19 Fällen (= 84,2%). Bei Sprunggelenken zeigt sich eine Übereinstimmung in 9 von 11 Fällen (= 81,8 %), bei Zehengelenken in 6 von 12 Fällen (= 50 %).

Bei 6 klinisch leicht gebesserten Handgelenken war der Zahlenwert der Sr_{t3} -Aktivität zur Nachuntersuchung signifikant vermindert, bei 4 klinisch wesentlich gebesserten Gelenken sehr signifikant; faßt man beide Gelenkgruppen in eine Gruppe zusammen ("allgemein gebessert" $n=10$), so erweist sich die Abnahme dieser Meßgröße als sehr signifikant. Bei 3 klinisch leicht verschlechterten Handgelenken hat der Wert des Sr_{t3} -Parameters sehr signifikant zugenommen (Tab. 4.1.2.3.).

Bei 4 klinisch wesentlich gebesserten und 6 allgemein verschlechterten Fingergelenken erwies sich die Abnahme bzw. Zunahme dieser Meßgröße ebenfalls als sehr signifikant. Allgemein gebesserte ($n = 5$) und leicht verschlechterte Gelenke ($n = 5$) boten signifikante Änderungen der relativen Sr_{t3} -Aktivität (Tab. 4.2.3.).

Bei allgemein und leicht verschlechterten Sprunggelenken ($n = 6$ bzw. 5) hat der Zahlenwert der relativen Sr_{t3} -Aktivität sehr signifikant zugenommen (Tab. 4.3.2.3.).

Zehengelenke boten signifikante Änderungen der Meßgröße in den Gruppen leicht verschlechtert ($n = 4$) und allgemein gebessert ($n = 4$) (Tab. 4.4.2.3.).

Die Treffsicherheit unserer Methode bzw. der Grad der Übereinstimmung von klinischen mit nuklearmedizinischen Befunden an den einzelnen Gelenksgruppen drückt sich in folgender Skala aus: Handgelenke > Fingergelenke > Sprunggelenke > Zehengelenke.

In der gleichen Reihenfolge nimmt auch die Reproduzierbarkeit von Normalwerten der einzelnen Gelenksgruppen ab (Tab. 4.n.1.).

Die Ursache dieser Befunde liegt einmal in der Meßgeometrie: Zur Uptakemesung wurde ein Kollimator benutzt, dessen Kernschatten 9 cm im Durchmesser betrug (Halbschattendurchmesser 10 cm). Es werden sich also aufgrund anatomischer Gegebenheiten geringe Ungenauigkeiten bei der Einstellung der Kollimator-

sonde über den Gelenkbereichen bei Handgelenken weniger auswirken als bei Sprung- und Fingergelenken.

Eine weitere Erklärung bietet die von Gelenkgruppe zu Gelenkgruppe verschiedene Relation der Gelenkweichteile zum Knochen: Bei den Gruppen der Zehen- und Fingergelenke liegt während der nuklearmedizinischen Messungen vermutlich relativ mehr Knochen im Sichtbereich des Kollimators als bei Handgelenken. Aufgrund von Tierversuchen und vergleichenden Messungen mit ^{87m}Sr und ^{99m}Tc -Phosphat-Zinn-Komplexen an menschlichen Kniegelenken wurde angenommen, daß "sämtliche mit Radiostrontium erhobenen Befunde bei der floriden chronischen Polyarthritits in erster Linie Weichteilveränderungen und erst in zweiter Linie knöcherne Veränderungen repräsentieren ()."

Nun kommt es bei der chronischen Polyarthritits zunächst zu entzündlichen Veränderungen an den Gelenksweichteilen; knöcherne Veränderungen, die röntgenologisch sichtbar gemacht werden können, folgen erst spät nach. Wenn es zutrifft, daß durch unsere Untersuchungen v.a. diese Weichteilveränderungen erfaßt werden, dann wäre - aufgrund anatomischer Gegebenheiten - bei Handgelenken die Untergrundaktivität geringer als bei den übrigen Gelenksgruppen. Hieraus würde sich die höhere Treffsicherheit unserer Methode bei Handgelenken erklären.

Mit zunehmender Entzündungsaktivität stiegen die Mittelwerte aller nuklearmedizinischen Parameter. Eine eindeutige Zuordnung klinischer Aktivitätsstadien zu bestimmten nuklearmedizinischen Meßzahlen war angesichts der großen Streubreite nicht möglich (Tab. 4.n.2.4.). Hierfür kommen zwei Erklärungen in Betracht: Wie bei der Berechnung von Normalwerten festgestellt wurde, unterscheiden sich die Ergebnisse von Einzelmessungen an verschiedenen Gelenken viel stärker voneinander als die Ergebnisse verschiedener Messungen am gleichen Gelenk (Tab. 4.n.1.). Bei einer Statistik mit gepaarten Werten kommen derartige individuelle Schwankungen viel weniger zur Geltung als bei statistischen Berechnungen mit nicht gepaarten Werten (s.S. 21 ff).

Außerdem fällt es dem Kliniker leichter, den Verlauf einer Gelenkserkrankung zu beurteilen, als den jeweiligen klinischen Zustand mit einem Aktivitätsstadium zu bezeichnen.

Stark schmerzhaft Gelenke (Angaben der Patienten während der nuklearmedizinischen Untersuchung) boten deutlich erhöhte relative Radiostrontium- und Radioindiumaktivitäten (Tab. 4.n.2.4.).

Klinisch unauffällige Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten zeigten im Durchschnitt etwas höhere Meßwerte (relative Radiostrontium-, relative Radioindiumaktivität) als gesunde Gelenke (Tab. 4.n.3). Nuklearmedizinische Parameter solcher Gelenke nahmen zwar nie extreme Größen an, wie sie bei klinisch eindeutig erkrankten Gelenken erhalten wurden, liegen aber in Einzelfällen deutlich außerhalb der Norm.

Die Ursache dieser Diskrepanz zwischen klinisch unauffällig und gesund liegt wahrscheinlich darin, daß einzelne dieser Gelenke von der polyarthritischen Erkrankung erfaßt wurden, ohne daß dies klinisch zunächst relevant wurde. Die Pathogenese z. B. der chronischen Polyarthrits legt diese Vermutung nahe.

Dementsprechend war bei der Nachuntersuchung von 7 Gelenken, deren Zustand sich so gebessert hatte, daß klinisch keine Aktivitätszeichen mehr nachgewiesen werden konnten (Entzündungsaktivität 0), die relative Sr_{137} -Aktivität in 2 Fällen noch mäßig erhöht, in den übrigen Fällen war diese Meßgröße in den Normbereich zurückgekehrt (Tab. 4.n.2.2.).

Die geschilderten Ergebnisse würden bedeuten, daß mit der genannten nuklearmedizinischen Untersuchungsmethode ein Verfahren zur Verfügung steht, das empfindlichere Änderungen des klinischen Zustandes registriert als bisherige klinische Untersuchungen.

In dieser Arbeit wurde die Brauchbarkeit von 5 verschiedenen nuklearmedizinischen Parametern zur Verlaufskontrolle entzündlicher Gelenkserkrankungen

überprüft.

Für die relative Sr_{t1} - und die relative Sr_{t2} -Aktivität gilt im wesentlichen das für die relative Sr_{t3} -Aktivität Gesagte. Allerdings war die Korrelation zwischen klinischem Verlauf und Verhalten dieser Parameter weniger eng (Tab. 4.n.2.3.). Mit relativer Sr_{t1} -(Sr_{t2} -) Aktivität bezeichneten wir das Verhältnis der ab 5 Min. p.i. (ab 30 Min. p.i.) über einem Gelenk gemessenen $87m_{Sr}$ -Zählrate zum Mittelwert der 140 Min. p.i. über beiden Unterschenkelmitten bestimmten Zählraten.

Eine noch geringere Korrelation zeigte die prozentuale Akkumulation, d.i. der Zahlenwert des Verhältnisses der ab 20 Min. p.i. zur ab 120 Min. p.i. über einem Gelenk gemessenen $87m_{Sr}$ -Zählrate (s.S. Tab. 4.n.2.3.).

Besonders das ungünstige Abschneiden der prozentualen Akkumulation steht in deutlichem Gegensatz zu den an Kniegelenken gewonnenen Ergebnissen (17, 75). Bei dieser Gelenksart war die prozentuale Akkumulation der brauchbarste Parameter des klinischen Verlaufs (Übereinstimmung in 76 % der Fälle (75)). Sie war eng mit der jeweiligen Entzündungsaktivität korreliert (17, 75). Die Ursache dieser Diskrepanz liegt vermutlich in den unterschiedlichen Meßzeitpunkten:

Bei Kniegelenken ist die prozentuale Akkumulation der Zahlenwert des Verhältnisses der 20 Min. p.i. zu den 140 Min. p.i. bestimmten Zählraten (75). Bei Finger- und Handgelenken liegen die Meßzeiten früher: Die erste Messung (Sr_{t1}) wurde zwischen 5 und 10 p.i. durchgeführt, die zweite (Sr_{t3}) zwischen 120 und 125 p.i. (s.S. 17). Bei 30 Finger- und Handgelenken wurde zwischen 30 und 35 p.i. eine dritte Messung (Sr_{t2}) durchgeführt.

Das Verhalten der relativen Sr_{t2} -Aktivität ist wahrscheinlich enger mit dem klinischen Verlauf korreliert als das der relativen Sr_{t1} -Aktivität; angesichts der geringeren Zahl von Einzelwerten können aber keine gültigen Aussagen getroffen werden.

Für die prozentuale Akkumulation würde demnach ein besseres Ergebnis erzielt werden, wenn die erste Messung (Sr_{11}) später, d.h. etwa 30 Min. p.i. durchgeführt würde.

Die relative Radioindiumaktivität als Maß für die Blutmenge bzw. Hyperämie im Gelenksbereich war bei kranken und gesunden Gelenken deutlich weniger reproduzierbar als die relative Sr_{113} -Aktivität (Tab. 4.n.1., 4.n.2.3., 4.n.2.4.). Mit relativer Radioindiumaktivität bezeichnen wir das Verhältnis der ab 20 p.i. über den einzelnen Gelenksbereichen bestimmten Zählraten zum Mittelwert der zur gleichen Zeit über den Unterschenkelmitten gemessenen Zählraten. Verantwortlich sind dafür v.a. physiologische Schwankungen der Durchblutung der Unterschenkel: Der Venen-tonus (und damit die Blutfülle) im Unterschenkelbereich ist starken Schwankungen unterworfen (s.a. 17). Die relative Radioindiumaktivität erwies sich so als nur ungenauer Parameter des klinischen Verlaufs entzündlicher Gelenkserkrankungen. Zwar boten Gelenke, deren Zustand sich nach klinischem Urteil verschlechtert hatte, bei der Nachuntersuchung in der Regel höhere Werte als bei der Voruntersuchung. Bei klinisch unveränderten Gelenken blieb auch die relative Radioindiumaktivität ungefähr gleich; bei gebesserten nahm sie ab (Tab. 4.n.2.3., 4.n.2.4.).

Ein Rückschluß vom Verhalten dieses Parameters auf die jeweilige klinische Zustandänderung war aber nicht in jedem Fall möglich.

Eine höhere Aussagekraft besitzt ein $113m\text{-In}$ -Parameter, bei dem als Bezugsgröße nicht die Uptake-Raten über den Unterschenkelmitten benutzt werden, sondern die 20 Min. p.i. in 5 ml Venenblut gemessenen Zählraten (17).

Injiziertes Radiostrontium verteilt sich im Gelenk auf 3 verschiedene Kompartimentanteile: Blut, Weichteile und Knochen. Durch eine einfache mathematische Operation läßt sich der Anteil der Zählrate, der durch den Strontiumgehalt des Blutkompartimentanteils entsteht, von der Gesamtzählrate trennen. Die so erhaltene Größe wurde in dieser Arbeit als "Blutreiner Wert" bezeichnet.

Über Verlaufskontrollen mit diesem neuen Parameter kann nicht berichtet werden, da mit den zu seiner Berechnung nötigen Blutentnahmen erst in der zweiten Hälfte der Untersuchungsreihe begonnen wurde.

Blutreine Radiostrontiumparameter waren eher reproduzierbar als Radioindiumparameter, obwohl zu deren Berechnung 4 andere nuklearmedizinische Größen herangezogen werden, die alle mit einem gewissen Fehler behaftet sind (s.S. 28). Bei diesen "blutreinen Werten" spielen Schwankungen der Gelenkdurchblutung fast keine Rolle (im Gegensatz zur relativen Radioindium-Aktivität). Dies erklärt ihre im Vergleich höhere Reproduzierbarkeit.

20. Min. p.i. befinden sich nur noch 20 % der injizierten Radiostrontium-Menge intravasal (2). Zum gleichen Zeitpunkt p.i. ist der intravasale 87m_{Sr} -Zählratenanteil immer kleiner als 25 % (Tab. 4.n.2.4.), d.h. mindestens 75 % der über einem Gelenk gemessenen 87m_{Sr} -Zählrate stammt aus Weichteilen und Knochen. Beide Befunde widerlegen die Vermutung, es handle sich bei frühen 87m_{Sr} -Szintigrammen in erster Linie um Hyperämie-Szintigramme (21, 36).

Die geschilderte mathematische Operation ist nicht auf die Berechnung blutreiner Radiostrontium-Parameter beschränkt. Ähnlich lassen sich blutreine 99m_{Tc} -Pyrophosphat-Parameter berechnen, ein Vergleich von 99m_{Tc} -Pyrophosphat- und 87m_{Sr} -Zählraten liefert möglicherweise genaue Auskünfte über die Kinetik von 87m_{Sr} (s.a. 17). Bei solchen Überlegungen ist allerdings zu bedenken, daß in die Berechnung dieser "Gereinigten Zählraten" ein relativ großer Fehler eingeht.

Wie sinnvoll sich Szintigraphie und Uptake-Messung gegenseitig ergänzen, konnte an einigen Beispielen demonstriert werden (S. 71 f, 77 ff). Einzelne Entzündungsherde sind nur im Szintigramm zu lokalisieren, wogegen Zu- und Abnahme der Nuklidspeicherung nur mit der Uptakesonde genau erfaßt werden können.

Sechs Patienten hatten während Vor- und/oder Nachuntersuchung hohe Dosen Cortison erhalten (>7,5 mg Prednisolon/die).

Über die an ihren Gelenken gewonnenen Ergebnisse wurde gesondert berichtet (s. S. 75 ff; Tab. 5.3.):

Bei Patienten, die während beider Untersuchungstermine annähernd gleiche Cortison-Dosen erhalten hatten, stimmen klinische Verlaufbeurteilung und Verhalten der relativen Sr_{t3} -Aktivität miteinander überein. Bei 2 Patienten dagegen ergab sich eine deutliche Diskrepanz zwischen klinischem und nuklearmedizinischem Verlauf:

Ein Patient hatte vor der Nachuntersuchung einen Cortisonstoß erhalten, beim anderen war zwischen erster und zweiter Untersuchung eine hochdosierte Cortisontherapie begonnen worden. Bei beiden Patienten lag die relative Sr_{t3} -Aktivität während der Nachuntersuchung deutlich höher, als man dem klinischen Zustand der Gelenke entsprechend erwartet hätte

Im Rahmen dieser Arbeit können lediglich die möglichen Ursachen dieses Phänomens diskutiert werden, eine eindeutige Aussage ist nicht zu treffen.

Cortikoide vermindern die Durchblutung vor allem im Endstrombereich (12). Diese Cortisonwirkung ist allerdings kaum für den geschilderten Befund verantwortlich: 20 Min. p.i. sind nur noch 20 % der injizierten Menge von $87m\ Sr$ intravasal nachzuweisen (2). Außerdem wird die Durchblutung der Gelenke in gleicher Weise vermindert wie die der Unterschenkelmitten. Dies bedeutet, daß Divisor und Dividend abnehmen und damit der Quotient aus beiden Größen ungefähr gleich bleiben wird.

Neben der Durchblutung vermindern Cortikoide die Exsudation (12). Sie wirken "gefäßabdichtend". Diese Wirkung erstreckt sich auf die Gefäße der Unterschenkel ebenso wie auf die Gefäße in den verschiedenen Gelenkbereichen. Sie wird für die geschilderte Erhöhung der relativen Sr_{t3} -Aktivität kaum verantwortlich sein. Da die entzündlich veränderten Gelenkweichteile wohl stärker von ihr erfaßt werden als die Gewebe der Unterschenkelmitten, müßte sie im Gegenteil eher zu einer Verminderung dieses Parameters führen.

Mit größerer Wahrscheinlichkeit ist eine Änderung des Calciumstoffwechsels im Gelenkbereich Ursache der geschilderten Befunde. Tierexperimentelle Untersuchungen lieferten allerdings sehr widersprüchliche Daten über den Calciumgehalt von Knochen und Knorpel unter Cortisongaben (67). Bei der gleichen Tierart wurden Zu- und Abnahmen des Calciumgehaltes beobachtet (67). Möglicherweise ist nur der rasch austauschbare Calciumpool in Gelenkweichteilen oder Knochen erhöht.

Durch die katabole und antianabole Wirkung von Corticoiden wird die Knorpelneubildung vermindert. Ebenso ist auch die Neubildung von Muskelgewebe und anderen Weichteilen im Unterschenkelbereich herabgesetzt (39, 67).

Muskelgewebe besitzt eine höhere Umbaurate als Knochen und Knorpel.

Möglicherweise waren zur Nachuntersuchung bei den erwähnten Patienten die Gewebe im Unterschenkelbereich stärker von der Cortisonwirkung betroffen als die Gewebe im Gelenksbereich.

Osteoporotisch veränderte Knochen speichern mehr Radiostrontium (45).

Denkbar wäre, daß bei unserem Patienten zunächst die gelenknahe Knochen-Spongiosa von der Corticoidosteoporose erfaßt wurde und erst später die Knochen-Compacta z.B. der Tibiamitte. Spongiöser Knochen ist stoffwechselaktiver als die Knochen-Compacta. Corticoide werden deshalb eher an der Spongiosa ihre Wirkung zeigen.

Dies ist aber sicher nicht die einzige Erklärung der genannten Befunde, denn durch unsere Untersuchungen werden in nicht bekanntem Ausmaß Veränderungen des Stoffwechsels der Gelenkweichteile erfaßt (17).

Ein letzter Gesichtspunkt soll noch erwähnt werden: Es fällt auf, daß Patienten, die hochdosiert Corticoide erhalten haben, den Verlauf ihrer Erkrankung oft wesentlich günstiger beurteilen als der behandelnde Arzt. Manche Kliniker sprechen von einer "scheinbaren" Besserung durch Corticoide. Es wäre also denk-

bar, daß bei den erwähnten Patienten die geschilderten nuklearmedizinischen Untersuchungen eher den wahren Verlauf der Krankheit widerspiegeln als die durch Corticoide erreichte Scheinbesserung.

Wie die geschilderten Befunde zu interpretieren sind, kann anhand des vorliegenden Zahlenmaterials nicht entschieden werden.

VI. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit sollte die Frage klären helfen, welchen Beitrag die Nuklearmedizin unter Anwendung von $^{113}\text{m}_{\text{In}}$ und $^{87}\text{m}_{\text{Sr}}$ zur Verlaufskontrolle entzündlich-rheumatischer Gelenkserkrankungen leisten kann.

Zu diesem Zweck wurden insgesamt 224 Gelenke bzw. Gelenksgruppen untersucht (jeweils 56 Finger und Handgelenke, Zehen und Grundgelenke). Der mittlere Zeitabstand zwischen Vor- und Nachuntersuchung betrug 5 Monate.

Die klinischen Parallelbefunde zur 1. und 2. nuklearmedizinischen Untersuchung erhoben die Ärzte der Rheumatiker-Ambulanz der Münchner Medizinischen Poliklinik. Sie beurteilten die Entzündungsaktivität und den Verlauf der Erkrankung an den einzelnen Gelenken.

Bei klinisch auffälligen Gelenken wurden Röntgenaufnahmen angefertigt. Sie wurden ohne Kenntnis klinischer oder nuklearmedizinischer Daten nach den von STEINBROCKER (70) aufgestellten Kriterien beurteilt.

Die nuklearmedizinischen Untersuchungen wurden an zwei aufeinander folgenden Tagen durchgeführt; nach der i. v. Injektion von 3 - 5 mCi $^{87}\text{m}_{\text{Sr}}$ wurde die Radioaktivität über den Meßstellen 2-bzw. 3mal bestimmt; nach der Injektion von 3 - 5 mCi $^{113}\text{m}_{\text{In}}$ einmal. Die Messungen erfolgen zu genau festgelegten Zeitpunkten (s. S. 17). Bei klinisch und/oder röntgenologisch auffälligen Gelenkpaaren wurden Szintigramme angefertigt.

Die nuklearmedizinischen Meßzahlen wurden mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung ausgewertet¹⁾ es wurden routinemäßig 5 Parameter errechnet:

Die relative	$\text{Sr}_{\text{t}1}$ -Aktivität
Die relative	$\text{Sr}_{\text{t}2}$ -Aktivität
Die relative	$\text{Sr}_{\text{t}3}$ -Aktivität
Die prozentuale	Akkumulation
Die relative	Radioindium-Aktivität (s. S. 19)

Bei 24 Patienten wurde eine zusätzliche Berechnung angestellt (s. S. 19 ff) bzw. durchgeführt:

Mit Uptake-Messungen von $^{87}\text{m}_{\text{Sr}}$ wird der Radiostrontiumgehalt dreier Compartmentanteile erfaßt: Blut, Weichteile u. Knochen. Durch eine einfache mathematische Formel läßt sich der Anteil der Zählrate, der durch den Strontiumgehalt des Blutcompartmentanteils entsteht, von der Gesamtzählrate trennen.

$$\text{Sr}_x \text{ blutrein} = \text{Sr}_x - \ln \frac{\text{Sr}_{\text{Blut}}}{\ln_{\text{Blut}}}$$

Der Ausdruck: "Blutreiner Wert" ist eine Abkürzung für die Datenverarbeitung. Unter ihm ist derjenige Teil der $^{87}\text{m}_{\text{Sr}}$ -Radioaktivität zu verstehen, der sich zur Meßzeit nicht im Blut, sondern in dem vom Kollimator erfaßten Weichteil- und Knochenanteilen befand.

Mit dem zur Berechnung dieses Parameters notwendigen Blutentnahmen wurde erst in der 2. Hälfte der Untersuchungsreihe begonnen, so daß in dieser Arbeit nicht über Verlaufskontrollen mit dieser neuen Methode berichtet werden kann.

Alle Ergebnisse wurden statistisch gesichert. Als einfache Signifikanzschränke ("signifikantes Ergebnis") wurde $p < 0,05$ angenommen, als doppelte Signifikanzschränke ("sehr signifikantes Ergebnis") $p < 0,01$. Von deutlicher Änderung eines nuklearmedizinischen Parameters sprachen wir, wenn seine zahlenmäßige Zu- oder Abnahme außerhalb der doppelten Streubreite von normalen Gelenken lag ($D > 2s_D$).

Von den untersuchten 224 Gelenken waren 105 klinisch manifest erkrankt, der Rest bot klinisch keine Zeichen einer degenerativen oder entzündlichen Gelenkerkrankung. 88 dieser klinisch unauffälligen Gelenke gehörten zu Patienten, die an einer Polyarthrit (cP, rheumatisches Fieber u.a.) erkrankt waren; 7 Gelenke zu einem Patienten mit einer isolierten Arthritis tuberculosa am rechten Handge-

lenk (s.S. 72 f). Bei den restlichen 24 Gelenken war es noch unklar, ob die zugehörigen Patienten an einer Poly- oder Monarthrit befallen waren.

Als körpereigener Bezugspunkt nuklearmedizinischer Meßzahlen, wurden die Uptake-Raten über den Unterschenkelmitten benutzt (s.S. 18). Der durch Schwankungen dieser Zahlenwerte verursachte Fehler lag bei der Bestimmung der relativen Radiostrontium-Aktivität deutlich niedriger als bei der Bestimmung der relativen Radioindium-Aktivität (s.S. 28).

Als der brauchbarste nuklearmedizinische Parameter des klinischen Verlaufs entzündlicher Gelenkserkrankungen erwies sich die relative Sr_{t3} -Aktivität:

Änderungen des klinischen Zustandes der Gelenke entsprachen signifikante bis sehr signifikante Änderungen dieser Meßgrößen (s.S. 40, 53, 59, 62, 66; Tab. 4.n.2.3.). Eine Übereinstimmung der klinischen und nuklearmedizinischen Verlaufsbeurteilung ergab sich bei Handgelenken in 89,5 %, bei Fingergelenken in 84,2 % bei Sprunggelenken in 81,8 % bei Zehengelenken in 50 % (s.S. 65, 30, 48, 57, 61).

Weniger eng waren die relative Sr_{t2} - und Sr_{t1} -Aktivität mit dem klinischen Verlauf korreliert (s.v.a. S. 65 ff).

Die prozentuale Akkumulation erwies sich als nur ungenauer Parameter des klinischen Verlaufs (s.v.a. S. 65 ff).

Die relative Radioindium-Aktivität als Ausdruck einer Hyperämie im Gelenksbereich war starken Schwankungen unterworfen. Ein Rückschluß von ihrem Verhalten auf die Entzündungsaktivität war nicht in jedem Fall möglich (s.S. 64).

Mit steigender Entzündungsaktivität nahmen die Mittelwerte ($\bar{x}$) von relativer Sr_{t3} -Aktivität und relativer Radioindium-Aktivität und prozentualer Akkumulation stetig zu. Dies gilt für alle Gelenke, am stärksten für Handgelenke. Als bester Parameter erwies sich die relative Sr_{t3} -Aktivität. Eine Korrelation von bestimmten

nuklearmedizinischen Meßzahlen zu bestimmten Aktivitätsstadien war aufgrund starker individueller Schwankungen nicht festzustellen.

Klinisch unauffällige Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Erkrankungen zeigten im Durchschnitt etwas höhere Meßwerte als gesunde Gelenke. Die Ursache dieser Diskrepanz zwischen klinisch unauffälligen und gesunden Gelenken könnte darauf beruhen, daß einzelne der Gelenke von der polyarthritischen Erkrankung erfaßt wurden, ohne daß es klinisch relevant wurde.

Dies würde bedeuten, daß mit der genannten nuklearmedizinischen Untersuchungsmethode ein Verfahren zur Verfügung steht, das empfindlicher Änderungen des klinischen Zustandes registriert als bisherige klinische Untersuchungen.

Röntgenuntersuchungen sind zur Verlaufskontrolle entzündlicher rheumatischer Gelenkerkrankungen nur bedingt brauchbar: Während der Untersuchungszeit (durchschnittlich 5 Monate) haben sich nur an 2 Gelenken die Röntgenbefunde geändert. Bei den übrigen 103 klinisch manifest erkrankten Gelenken bzw. Gelenksgruppen haben sich diese Befunde nicht geändert. Der klinische Zustand hat sich dagegen bei 58 Gelenken (= 55,2 %) zum Teil stark geändert.

Eine Korrelation des Schweregrades der röntgenologischen Knochendestruktionen zu nuklearmedizinischen Parametern war nicht nachzuweisen.

Szintigraphie und Uptake-Messung ergänzen sich gegenseitig in sinnvoller Weise. Dies konnte an verschiedenen Beispielen gezeigt werden (s.S. 74 f, 77 ff).

Berechnungen mit "blutreinen" Radiostrontiumzählraten widerlegten die Vermutung, es handle sich bei $^{87}\text{m}_{\text{Sr}}$ Szintigrammen und Hyperämieszintigramme (21, 36).

An 6 Patienten, die mit hohen Dosen Cortison behandelt worden waren, wurde eine interessante Entdeckung gemacht: Bei Patienten, die während Vor- und Nachuntersuchungen gleich hohe Dosen Cortison erhalten hatten, stimmten nuklearmedizinische und klinische Verlaufsbeurteilung gut überein. War vor der Nachun-

tersuchung die Cortisondosis stark erhöht worden, so ergaben sich deutliche Unterschiede: Nach klinischen Maßstäben wurde der Verlauf der Erkrankung wesentlich günstiger beurteilt als nach nuklearmedizinischen Kriterien. Die möglichen Ursachen dieses Phänomens wurden ausführlich diskutiert.

Das Verhalten der relativen Sr_{t3} -Aktivität stimmt in hohem Maße mit dem klinischen Verlauf überein.

Nuklearmedizinische Untersuchungen sind in der Floriditätsdiagnostik entzündlicher Gelenkserkrankungen Röntgenkontrollen überlegen; sie scheinen sogar empfindlicher Änderungen des klinischen Zustandes zu registrieren als gebräuchliche klinische Untersuchungsmethoden.

Der z.Z. hohe zeitliche und personelle Aufwand bei der Durchführung nuklearmedizinischer Untersuchungen wird sich sicher verringern, wenn neuere Untersuchungstechniken benutzt werden wie z.B. die Osteoszintimetrie (4 a).

VII Tabellen =====

300611	= Geburtsdatum eines Patienten = seine "Kennzahl"
Entz.-Akt.	= klinische Entzündungsaktivität, eingeteilt in 5 Stadien (0 bis 4, s.Kap. II 1.1.)
klin.Verlauf= subjobj.	= Patient (subj.) u. Arzt (obj.) beurteilten den klinischen Verlauf "++" bedeutet "leicht gebessert", "+++"stark gebessert (Sprung über 1.1/2 Aktivitätsgrade) "g" bedeutet "gleichgeblieben", "-" "leicht verschlechtert".
Rö.-Stad.	= Röntgenstadien nach STEINBROCKER (70)
1.U.bzw.2.U.=	1.Untersuchung (Voruntersuchung) 2.(Nach-)Untersuchung
X_1 bzw. X_2	= nuklearmedizinische Größe 1. bzw.2.Untersuchung
% Akk.	= prozentuale Akkumulation (s. Kap. II 1.5.)
Sr bzw.In	= entsprechend der physikalischen Halbwertszeit auf den Zeitpunkt der Injektion korrigierte ^{87m}Sr - bzw. ^{113m}In -Zählrate
t_1, t_2, t_3	= Zeitpunkte der Zählratenbestimmung post injectionem (t_1 = ab 5 Min. p.i., t_2 = 30 Min. p.i., t_3 = ab 120 Min. p.i.) (s. Kap. II 1.4.)
$\overline{UM}_{\text{Sr}}$	= Mittelwert der Sr_{t_3} -Raten über den Unterschenkelmitten
$\overline{UM}_{\text{In}}$	= Mittelwert der In-Raten über den Unterschenkelmitten
$\left. \begin{array}{l} \text{Sr}_{t_1} / \overline{UM}_{\text{Sr}} \\ \text{Sr}_{t_2} / \overline{UM}_{\text{Sr}} \\ \text{Sr}_{t_3} / \overline{UM}_{\text{Sr}} \end{array} \right\}$	= relative $\text{Sr}_{t_1(t_2, t_3)}$ -Aktivität
$\text{In} / \overline{UM}_{\text{In}}$	= relative In-Aktivität
(D) Δ	= Differenz zweier nuklearmedizinischer Größen ($X_1 - X_2 = D$)
$\overline{x}, s$	= Mittelwert und Streuung von einzelnen nuklearmedizinischen Größen (X_1 bzw. X_2)
$\overline{x}_D, s_D$	= Mittelwert und Streuung der Differenzen zweier nuklearmedizinischer Größen ($X_1 - X_2 = D$)
blutreiner Wert	= rechnerisch veränderte Zählrate (s.Kap. II 1.5.)

Alle Verhältniszahlen nuklearmedizinischer Meßgrößen (z.B. relative Radioindiumaktivität) werden in % angegeben.

Tab. 1. Glossar / Erklärung von Abkürzungen und Symbolen.

Patientengut

=====

Patient	Geb.Dat.	m/w	Diagnose	Krankh.- beginn	Meßzeitpunkte
K.M.	031103	w	chron.Poly- arthrititis	Herbst 71	10.72-03.73
H.M.	301006	w	"	Sommer 72	10.72-03.73
K.H.	040209	w	"	Winter 71	07.72-11.72
M.R.	020309	w	"	Januar 70	02.72-10.72
K.E.	071210	w	"	68	09.72-03.73
W.M.	300611	w	"	März 68	10.72-03.73
R.R.	090612	w	"	August 65	10.72-03.73
B.R.	240813	w	"		10.72-03.73
K.M.	040615	w	"	67	06.72-10.72
N.K.	020918	m	Gonarthrititis Paraneo- plast.Syndrom	Herbst 71	06.72-11.72
K.H.	300723	m	chron.Poly- arthrititis		57 02.72-09.72
R.E.	161123	w	" Arthritis psoriatica	März 72	09.72-03.73
B.U.	270526	w	chron.Poly- arthrititis		58 10.72-03.73
K.F.	010627	w	"		59 09.72-03.73
L.E.	241027	w	"	August 71	10.72-03.73
P.J.	200330	m	"		66 06.72-09.73
H.K.	120831	w	Erythema- todes	März 71	06.72-10.72
S.K.	230135	m	Morbus BECHTEREW	März 72	06.72-09.72
B.L.	221137	m	Arthrt.psor.	68	07.72-12.72
A.D.	070137	w	chron.Poly- arthrititis		66 06.72-09.72
J.H.	300939	w	V.a.chron. Polyarthr.	70	08.72-12.72
K.K.	200140	m	Morbus REITER	64	06.72-12.72
M.B.	250640	w	rheum.Fieber		09.72-03.73
H.J.	170742	m	Gonarthr.Morbus BECHTEREW		11.72-03.73
H.P.	181044	m	V.a.chron.Poly- arthrititis	71	05.72-12.72
B.D.	290645	m	chron.Polyarthr.	59	06.72-11.72
B.R.	100549	m	chron.Polyarthr. Morbus REITER	Sept.71	06.72-09.72
S.H.	081250	m	Arthritis tuber- culosa		06.72-09.72

Tab.2 Patientengut,

Patientengut

Patient	Geb.-Datum	Chemotherapie	10 mg/die
K.M.	031103	D-Penicillamin, Indometazin	
H.M.	301006	D-Penicillamin	
K.H.	040209	Indometazin, Prednisolon 10 mg/die, seit Oktober 72	
M.R.	020309	D-Penicillamin, Prednisolon 5 mg/die	
K.E.	071210	D-Penicillamin (Sept.-Dez. 72), Corticosteroide	
W.M.	300611	D-Penicillamin	
R.R.	090612	D-Penicillamin, Prednisolon (5 mg/die, seit Nov. 72)	
B.R.	240813	D-Penicillamin, Prednisolon (5 mg/die, Cortisonstoß im Februar 73)	
K.M.	040615	Prednisolon (10 mg/die bis Juli 72, 5 mg/die bis Okt. 72)	
N.K.	020918	Ø	
K.H.	300723	Prednisolon (10 mg/die bzw. 15 mg/die)	
R.E.	161123	Prednisolon (15 mg/die bzw. 10 mg/die seit Oktober 72)	
B.U.	270526	D-Penicillamin, Indometazin	
K.F.	010627	Prednisolon (2,5 mg/die)	
L.E.	241027	Prednisolon (5 mg/die)	
P.J.	200330	Gold	
H.K.	120831	Prednisolon (15 mg/die, ab Sept. 72: 10 mg/die)	
S.K.	230135	Indometazin	
B.I.	221137	Homöopathika	
A.D.	070137	Indometazin, β -Methason (0,75 mg/die)	
J.H.	300939	Salicylate	
K.K.	200140	Indometazin	
M.B.	250640	Penicillin, Salicylate	
H.J.	170742	Ø	
H.P.	181044	Salicylate	
B.D.	290645	Salicylate	
B.R.	100549	Indometazin	
S.H.	081250	Indometazin, Tuberculostatika	

Tabelle 2 , Patientengut Therapie

3. Überprüfung der Konstanz nuklearmedizinischer Bezugsgrößen

3.1. Zählraten über den Unterschenkelmitten

Verhältnis rechte Unterschenkelmitte/ li. U'schenkelm.

<u>a) ungepaarte Analysen</u>		$\bar{x}$	s
Sr _{t₃}	(n = 70)	1,00	0,05
In	(n = 70)	0,99	0,17
blutrein	(n = 24)	0,99	0,07
<u>b) Paaranalysen</u>		$\bar{x}_D$	s _D
Sr _{t₃}	(n = 35)	0	0,06
In	(n = 35)	0,02	0,11

Tab. 3.1. Überprüfung der Konstanz der Zählraten über den Unterschenkelmitten. Das Verhältnis der Uptakeraten der rechten zu denen der linken Unterschenkelmitten wird Paaranalysen und statistischen Berechnungen mit ungepaarten Daten unterworfen (s. Kap. III 1.6.).

3.2. Zählraten in 5 ml Vollblut

Verhältnis der Zählraten in 5 ml Vollblut zum Mittelwert der 140 Min.p.i. (t₃) über den Unterschenkelmitten gemessenen Uptakeraten

<u>a) ungepaarte Analysen:</u>		$\bar{x}$	2s
Sr _{t₁}	(n = 24)	6,1	3,0
Sr _{t₃}	(")	3,5	3,0
In	(")	2,97	1,92
<u>b) Paaranalysen: Ø</u>			

Tab. 3.2. Überprüfung der Bezugsgröße Zählraten in 5 ml Vollblut. Mittelwert und Streuung (2s) des Verhältnisses der Zählraten in 5 ml Blut zu den Querwerten der 140 Min. pi. über den Unterschenkelmitten gemessenen Zählraten wird berechnet.

3.3. Zählraten über dem Herzen

Verhältnis der Zählraten über dem Herzen zum Mittelwert der 140 Min. p.i. über den Unterschenkelmitten gemessenen Uptake-Raten.

a) ungepaarte Analysen		$\bar{x}$	$2s$
Sr _{t1}	(n = 35)	2,88	0,90
Sr _{t3}	(n = 35)	2,17	0,64
In	(n = 35)	6,64	4,38
b) Paaranalysen		$\bar{x}_D$	$2s_D$
Sr _{t1}	(n = 24)	0,31	1,64
Sr _{t3}	(n = 24)	0,25	6,80
In	(n = 24)	0,05	8,68

Tab. 3.3. Überprüfung der Konstanz der Bezugsgröße Zählrate über dem Herzen. Das Verhältnis der Zählraten über dem Herzen zum Querwert der 140 Min. p.i. über den Unterschenkelmitten gemessenen Zählraten wird Paaranalysen und statistischen Berechnungen mit ungepaarten Werten unterworfen.

4.1.1. HANDGELENKE, gesund
=====

Statistik mit ungepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\sqrt{UM_{Sr}}$	$Sr_{t2}/\sqrt{UM_{Sr}}$	$Sr_{t3}/\sqrt{UM_{Sr}}$	$In/\sqrt{UM_{In}}$
n =	23	23	13	23	23
$\bar{x}$ =	44	40		90	31
s =	11	11		15	13

Tab. 4.1.1.1. Statistische Berechnungen an Einzelwerten von nuklearmedizinischen Parametern (X_1 bzw. X_2) gesunder Gelenke.

Statistik mit gepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\sqrt{UM_{Sr}}$	$Sr_{t2}/\sqrt{UM_{Sr}}$	$Sr_{t3}/\sqrt{UM_{Sr}}$	$In/\sqrt{UM_{In}}$
n =	16	16	8	16	6
$\bar{x}_D$ =	4	3	2	0	-2
s_D =	9	9	12	8	8

Tab. 4.1.1.2. Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchungen ($X_1 - X_2 = D$) gesunder Gelenke.

4.1.2. Handgelenke, klinisch auffällig

A. wesentlich gebessert: 4						klin.Verl.	Rö-Stad.
	1.U.	2.U.	Enig.-Akt.	obj.-	subj.		
301006 re.	1-2	0		++	++		0
301006 li.	1-2	0		++	++		I
270526 re.	3-4	2		++	++		I
081250 re.	3-4	1		++	++		II
B. leicht gebessert:						klin.Verl.	Rö-Stad.
	1.U.	2.U.	Enig.-Akt.	obj.-	subj.		
020309 re.	2	1		+	(+)		I
020309 li.	1-2	1		+	g		0
071210 re.				+	+		II
071210 li.				+	+		II
090612 re.	1	0		+	+		I
090612 li.	1	0		+	+		I
270526 li.	3'	2		+	+		-
221137 re.	1				+		I medial
C. gleichgeblieben:						klin.Verl.	Rö.-Stad.
	1.U.	2.U.	Enig.-Akt.	obj.-	subj.		
031103 li.	2	2		g	g		I
300611 re.	1	1		g	g		III
300611 li.	1	1		g	g		III
010627 re.	1	1		g	(-)		III
241027 re.		2		g	g		I
241027 li.		2		g	g		I
D. leicht verschlechtert: 3						klin.Verl.	Rö.-Stad.
	1.U.	2.U.	Enig.-Akt.	obj.-	subj.		
031103 re.	1	2		-	--		I
010627 li.	1-2	2		-	-		II
070137 li.	1	2		-	-		III → IV

Tab. 4.1.2.1. Klinisch auffällige Handgelenke
Klinische und röntgenologische Daten

4.1.2.2. Handgelenke, klinisch auffällig

A. wesentlich gebessert:				$Sr_{t3}^4/\overline{UM}Sr$			$In/\overline{UM}In$		
	%	Akk.		1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
301006 re.	52	49	3	163	99	64	56	46	10
301006 li.	57	55	2	167	95	72	62	48	4
270526 re.	54	36	18	151	113	38	89	50	39
081250 re.	47	28	19	179	150	29	86	34	52

B. leicht gebessert:				8						
% Akk.				$Sr_{t3}/\overline{UM}Sr$			$In/\overline{UM}In$			
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	
020309 re.	0	39	****	0	97	***	57	69	-12	
020309 li.	0	57	****	0	125	****	60	68	- 8	
071210 re.	49	56	- 7	132	116	16	58	66	- 8	
071210 li.	56	50	6	125	92	33	53	48	5	
090612 re.	41	44	- 3	131	115	-16	88	79	9	
090612 li.	56	42	14	104	112	- 8	75	66	9	
270526 li.	50	35	15	132	116	16	79	44	35	
221137 re.	49	44	5	172	142	30	65	0	****	

C. gleichgeblieben:				6					
% Akk.				$Sr_{t3}^{40}/\overline{UM}Sr$			$In/\overline{UM}In$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
031103 li.	53	53	0	128	131	- 3	44	45	- 1
300611 re.	51	44	7	120	115	5	69	41	28
300611 li.	60	47	13	110	110	0	58	40	18
010627 re.	42	44	- 2	120	130	-10	43	42	1
241027 re.	39	51	-12	103	100	3	68	63	5
241027 li.	44	54	-10	105	103	2	59	57	2

D. leicht verschlechtert:				3						
% Akk.				$Sr_{t3}/\overline{UM}Sr$			$In/\overline{UM}In$			
1.U. 2.U. Δ				1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	
031103	re.	58	57	1	132	172	-40	46	61	-15
010627	li.	46	59	-13	123	170	-47	45	51	- 6
070137	li.	43	42	1	112	152	-40	0	29	****

Tab. 4.1.2.2. Nuklearmedizinische Daten der 1. und 2. Untersuchung bei entzündlich-rheumatischen erkrankten Gelenken.

Abkürzungen s. Tab. 1

Statistik über gepaarte Werte

<u>allgemein gebessert:</u>	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t2}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	10	10	7	10	11
$\bar{x}_D$ =	7	25	37	31	17
s_D =	9	16	16	24	20
Signifikanz	s	ss	ss	ss	s

wesentlich gebessert:

n =	4	4	3	4	4
$\bar{x}_D$ =	11	41	56	51	26
s_D =	9	3	5	21	23
Signifikanz	ø	ss	ss	ss	s

leicht gebessert:

n =	6	6	5	6	7
$\bar{x}_D$ =	5	14	29	12	8
s_D =	23	11	7	15	16
Signifikanz	ø	s	ss	s	ø

gleichgeblieben:

n =	6	6	6	6	6
$\bar{x}_D$ =	-1	-1	-2	-1	9
s_D =	10	11	19	5	12

leicht verschlechtert:

n =	3	3	2	3	3
$\bar{x}_D$ =	-4	-27	-44	-42	-11
s_D =	8	15	21	4	6
Signifikanz	ø	s	ø	ss	ø

Tab. 4.1.2.3. klinisch auffällige Handgelenke

Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchung ($X_1 - X_2 = D$). Die Zahlen wurden der Tab. 4.1 2.2. entnommen und dem klinischen Verlauf entsprechend geordnet. "s" bedeutet signifikant gegenüber $p = 5\%$, "ss" bedeutet signifikant gegenüber $p = 1\%$.

Abkürzungen s. Tab. 1

Statistik bei ungepaarten Werten : $\bar{x} \pm 2s$

<u>Normbereich</u>	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n = 23	44 $\pm$ 22	40 $\pm$ 22	90 $\pm$ 30	38 $\pm$ 26

Klin.Stad.O

n = 4	48 $\pm$ 12	50 $\pm$ 4	105 $\pm$ 20	60 $\pm$ 32
-------	-------------	------------	--------------	-------------

Klin.Stad.I

n = 15	49 $\pm$ 14	62 $\pm$ 30	124 $\pm$ 38	56 $\pm$ 30
(n = 5)	(43 $\pm$ 14)	(55 $\pm$ 12)	(126 $\pm$ 26)	

Klin.Stad.2

n = 10	49 $\pm$ 18	66 $\pm$ 44	132 $\pm$ 54	47 $\pm$ 24
(n = 7)	(39 $\pm$ 22)	(58 $\pm$ 52)	(143 $\pm$ 74)	

Klin.Stad.3

n = 2	52 $\pm$ 6	74 $\pm$ 22	142 $\pm$ 26	84 $\pm$ 14
-------	------------	-------------	--------------	-------------

Klin.Stad.4

n = 3	70 $\pm$ 8	104 $\pm$ 20	147 $\pm$ 14	76 $\pm$ 4
-------	------------	--------------	--------------	------------

Starke Beschwerden

n = 22	53 $\pm$ 14	75 $\pm$ 34	140 $\pm$ 44	58 $\pm$ 38
(n = 3)	(44 $\pm$ 14)	(64 $\pm$ 38)	(146 $\pm$ 64)	

4.1.2.4. Statistische Berechnungen an Einzelwerten von nuklearmedizinischen Parametern (X_1 bzw. X_2). Die Zahlen wurden der Tabelle 4.1.2.2 entnommen und nach klinischen Kriterien geordnet. Blutreine Werte stehen in Klammern. Abkürzungen s. Tab. 1.

4.1.3. HANDGELENKE, klinisch unauffällig während Vor- und Nachuntersuchung

Klinische und röntgenologische Daten von Patienten mit chronischer Polyarthrit

200330 re.

200330 li.

290645 re. (früher schon befallen)

290645 li. (früher schon befallen)

Morbus REITER

200140 re.

200140 li.

Morbus' BECHTEREW

230135 re. (früher schon befallen)

230135 li. (früher schon befallen)

Arthritis psoriatica

221137 li. (Rö.-Stad. O)

Rheumatischem Fieber

250640 re.

250640 li.

Arthritis tuberculosa

081250 re.

Verdacht auf chron. Polyarthrit

300939 re.

300939 li.

181044 re.

181044 li. (Polyarthrit gesichert)

100549 re.

100549 li. (DD: Morbus REITER)

Ungeklärten Diagnosen

020918 re.

020918 li. unklare Gonarthrit oder Paraneoplast. Syndrom ?

170742 re.

170742 li. unklare Gonarthrit oder Morbus BECHTEREW ?

Tab. 4.1.3.1. Klinische (und röntgenologische) Daten von klinisch unauffälligen Gelenken.

4.1.3. Handgelenke, klinisch unauffällig während 1. und 2. Untersuchung

Nuklearmedizinische Daten von Patienten mit

<u>chron. Polyarthrit</u>				$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$			Δ
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.		Δ
200330 re.	54	59	-5	115	124	-9	78	61	17	
200330 li.	50	65	-15	135	153	-18	82	63	19	
290645 re.	48	57	-9	92	103	-11	144	71	73	
200645 li.	50	59	-9	82	90	-8	137	65	72	

Morbus REITER

200140 re.	48	41	7	104	130	-26	47	51	-4	
200140 li.	53	51	2	94	117	-27	43	41	2	

Morbus BECHTEREW

230135 re.	47	44	3	111	127	-16	58	48	10	
230135 li.	47	44	3	94	117	-23	52	40	12	

Arthritis psoriatica

221137 li.	70	59	11	75	85	-11	49	0	****	
------------	----	----	----	----	----	-----	----	---	------	--

Rheumatisches Fieber

250640 re.	46	42	4	76	83	-7	59	46	13	
250640 li.	50	47	3	78	81	-3	59	48	11	

Arthritis tuberculosa

081250 li.	40	48	-8	88	88	0	49	29	20	
------------	----	----	----	----	----	---	----	----	----	--

Verdacht auf chron. Polyarthrit

300939 re.	40	57	-17	90	97	-7	44	58	-14	
300939 li.	51	62	-11	87	92	-5	42	56	-14	
181044 re.	0	49	***	78	99	-21	48	63	-15	
181044 li.	0	54	***	75	92	-17	50	60	-10	
100549 re.	36	32	4	150	120	30	75	74	1	
100549 li.	42	50	-8	132	120	12	73	71	2	

Ungeklärten Diagnosen

020918 re.	70	63	7	135	151	-16	51	88	-37	
020918 li.	64	56	8	136	136	0	52	74	-22	
170742 re.	36	36	0	100	112	-12	39	57	-18	
170742 li.	48	42	6	96	101	-5	37	45	-8	

Tab. 4.1.3.2. Nuklearmedizinische Daten von klinisch unauffälligen Gelenken.

4.1.3. HANDGELENKE, klinisch unauffällig.

Statistik mit gepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t2}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n	= 16	16	9	16	15
$\bar{x}_D$	= -3	-8	7	-1	11
s_D	= 8	11	17	14	26

Tab. 4.1.3.3. Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchung ($X_1 - X_2 = D$).

Klinisch unauffällige Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten.

Statistik mit ungepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t2}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n	= 32	32	19	32	31
$\bar{x}_D$	= 49	51	79	104	62
s_D	= 8	14	18	23	24

Tab. 4.1 3.4. Statistische Berechnungen an Einzelwerten nuklearmedizinischer Parameter (X_1 bzw. X_2), klinisch unauffälliger Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten.

4.1.4. HANDGELENKE, Synovektomie zwischen 1. u. 2. Untersuchung

		1.U.	2.U.	subj.	obj.	1.U./2.U.
		Entz.-Akt.		klin.	Verlauf	Rö.-Stad.
040615	re	4	3	g	g	III
		% Akk.	2.U.	Δ	1.U. 2.U.	Δ 1.U.2.U. Δ
040615	re.	66	67	-1	136 155	-16 74 77 -3

Tab. 4.1 4. Klinische, röntgenologische und nuklearmedizinische Daten über ein Handgelenk, das zwischen 1.u.2. Untersuchung synovektomiert wurde.

Statistik mit ungepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	23	23	23	23
$\bar{x}$ =	41	29	64	28
s =	14,5	7	12	7

Tab. 4.2.1.1. Statistische Berechnungen an Einzelwerten von nuklearmedizinischen Parametern (X_1 bzw. X_2) gesunder Gelenke.

Statistik mit gepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t2}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	16	16	8	16	6
$\bar{x}_D$ =	4	3	-3	-1	-4
s_D =	8	5	12	5	4

Tab. 4.2.1.2. Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchung ($X_1 - X_2 = \Delta$). Gesunde Gelenke.

Fingergelenke, klinisch auffällig

- 116 -

A. wesentlich gebessert: 4

	Enlg.-Akt.		klin.Verl.		Rö.-Stad.
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1.U./2.U.
301006 re.	1-2	0	++	++	0
301006 li.	1-2	0	++	++	0
090612 li.	1-2	0	++	++	I
200140 li.	3	1	++	+	

B. leicht gebessert: 3

020309 re.			+	+	I(Gg)
020309 li.			+	+	I(Gg)
090612 re.	1-2	1	+	+	I

C. gleichgeblieben: 10

031103 li.	2	2	g	(-)	I
071210 li.	3	3	g	g	
270526 re.	1	1	g	(-)	0
270526 li.	1	1	g	g	0
241027 re.	2	2	g	g	I
241027 li.	2	2	g	g	I
200330 re.	0	0	g	(+)	
(nur Mg von D V 1 → 0)					
070137 li.	1	1	g	g	

D. leicht verschlechtert: 5

031103 re.	1	2	-	-	I
071210 re.	2-3	3	-	-	I
300611 re.	(Morgen- 2		-	-	I
300611 li.	steifkt 2		-	-	I
010627 re.	Greifkt 2		-	-	I

E. stark verschlechtert: 1

010627 li.	Greif- 2		-	-	II
	kraft ↓				

Tab. 4.2.2.1 Klinisch auffällige Fingergelenke .
Klinische und röntgenologische Daten.

4.2.2. Fingergelenke, klinisch auffällig

- 117 -

A. wesentlich gebessert:				4					
% Akk.				$Sr^{90}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
1.U.	2.U.	Δ		1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
301006 re.	47	51	- 4	98	69	29	28	30	- 2
301006 li.	44	63	-19	88	47	41	26	25	1
090612 li.	53	43	10	80	65	12	73	48	25
200140 li.	54	38	16	95	79	16	32	22	10
B. leicht gebessert:				3					
020309 re.	0	43	***	0	82	***	36	44	- 8
020309 li.	0	46	***	0	85	***	38	51	-13
090612 re.	39	34	5	93	92	1	77	60	17
C. gleichgeblieben:				8					
031103 li.	48	47	1	91	88	3	21	24	- 3
071210 li.	41	45	- 4	55	57	8	26	27	- 1
270526 re.	48	40	8	94	104	-10	60	47	13
270506 li.	57	42	15	79	85	- 6	58	34	24
241027 re.	42	44	- 2	80	72	8	41	35	6
241027 li.	48	61	-13	74	64	10	38	33	5
200330 re.	41	44	- 3	91	98	- 7	59	40	19
070137 li.	56	36	20	41	40	1	0	57	****
D. leicht verschlechtert:				5					
031103 re.	64	43	21	102	114	-12	28	37	- 9
071210 re	48	49	- 1	77	84	- 7	46	45	1
300611 re.	48	33	15	67	95	-28	43	29	14
300611 li.	50	47	3	62	66	- 4	46	22	24
010627 re.	34	35	- 1	42	52	-10	18	18	0
C. stark verschlechtert:				1					
010627 li.	42	45	- 3	46	68	-22	20	21	- 1

Tab. 4.2.2.2 Klinisch auffällige Fingergelenke.

Nuklearmedizinische Daten der 1. und 2. Untersuchung bei entzündlich-rheumatisch erkrankten Gelenken.

Statistik über gepaarte Werte

<u>allgemein gebessert:</u> % Akk.	$Sr_{t1}/\sqrt{UM}_{Sr}$	$Sr_{t2}/\sqrt{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\sqrt{UM}_{Sr}$	$In/\sqrt{UM}_{In}$	
n =	5	5	4	5	7
$\bar{x}_D$ =	2	12	22	20	1
s_D =	14	6	8	16	18
Signifikanz	Ø	ss	ss	s	Ø

wesentlich gebessert:

n =	4	4	3	4	4
$\bar{x}_D =$	1	14	20	25	9
$s_D =$	16	6	8	13	12
Signifikanz	Ø	ss	s	ss	Ø

leicht gebessert:

n =	1	1	1	1	3
$\bar{x}_D =$	5	6	28	1	-1
$s_D =$					23
Signifikanz					

gleichgeblieben

n =	8	8	5	8	7
$\bar{x}_D =$	3	2	15	1	9
$s_D =$	11	5	37	8	10

allgemein verschlechtert:

n =	6	6	6	6	6
$\bar{x}_D =$	6	-1	0	-14	5
$s_D =$	10	10	8	9	12
Signifikanz		Ø	Ø	ss	

leicht verschlechtert:

n =	5	5	5	5	5
$\bar{x}_D =$	7	2	-2	-12	6
$s_D =$	10	9	7	9	13
Signifikanz			Ø	s	

Tab. 4.2.2.3 Klinisch auffällige Fingergelenke

Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchung ($\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = D$).

Die Zahlen wurden der Tab. 4.1.2.2. entnommen und dem klinischen Verlauf entsprechend geordnet. "s" bedeutet signifikant gegenüber $p = 5 \%$, "ss" bedeutet signifikant gegenüber $p = 1 \%$.

Abkürzungen s. Tab. 1

4.2.3 Fingergelenke, klinisch unauffällig, während erster und
zweiter Untersuchung

Klinische und röntgenologische Daten von Patienten mit
chronischer Polyarthrit

200330 li.

290645 re. (früher schon befallen)

290645 li. (früher schon befallen)

Morbus REITER

200140 re. (Rö.-Stad. I gg)

Morbus BECHTEREW

230125 re.

230125 li.

Arthritis psoriatica

221137 re.

221137 li.

Rheumatischem Fieber

250640 re.

250640 li.

Arthritis tuberculosa

081250 re.

081250 li.

Verdacht auf chron. Polyarthrit

300939 re.

300939 li.

181044 re. (Polyarthrit gesichert)

181044 li. (Polyarthrit gesichert)

100549 re. (Polyarthrit gesichert, DD:M.REITER)

100549 li. (Polyarthrit s gesichert, DD:M.REITER)

noch unklaren Differentialdiagnosen

020918 re. (unklare Gonarthrit o. paraneoplastisches Syndrom?)

020918 li. (unklare Gonarthrit o. paraneoplastisches Syndrom?)

170742 re. (unklare Gonarthrit o. Morbus BECHTEREW ?)

170742 li. (unklare Gonarthrit o. Morbus BECHTEREW ?)

Tab. 4.2.3 Klinische und röntgenologische Daten von klinisch
unauffälligen Fingergelenken.

Tab. 4.2.3.2. Nuklearmedizinische Daten von Patienten mit Verdacht auf chronische Polyarthritide

Nuklearmedizinische Daten von Patienten mit

		1. U.			2. U.			3. U.		
		1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
20000 re.	45	56	-11	91	95	-4	54	46	8	
20000 li.	35	89	-34	70	89	1	77	41	36	
20000 li.	42	61	-19	68	71	-3	83	42	41	
<u>20000 re.</u>										
20000 re.	47	35	12	81	83	-2	33	36	7	
<u>20000 li.</u>										
20000 re.	52	41	12	70	117	-47	33	25	5	
20000 li.	63	43	14	70	102	-32	38	30	8	
<u>20000 re.</u>										
20000 re.	41	41	1	74	81	10	25	4	****	
20000 li.	54	41	8	49	81	14	24	4	****	
<u>20000 re.</u>										
20000 re.	43	53	-10	61	59	2	27	34	-7	
20000 li.	43	62	-19	65	57	8	32	32	0	
<u>20000 re.</u>										
20000 re.	36	35	1	71	71	0	37	16	21	
20000 li.	44	37	7	62	66	-4	25	16	9	
<u>Verdacht auf chronische Polyarthritide</u>										
20000 re.	34	53	-19	64	69	-5	21	29	-8	
20000 li.	33	63	-25	64	60	4	23	29	-6	
180044 re.	0	40	***	53	77	-24	29	36	-7	
180044 li.	0	49	***	49	76	-27	31	41	-10	
100049 re.	30	40	-10	103	89	14	46	44	2	
100049 li.	42	53	-16	102	84	18	54	43	11	
<u>20000 re.</u>										
20000 re.	53	60	-2	113	108	5	29	53	-24	
20000 li.	64	56	8	113	106	7	28	40	-12	
170042 re.	32	33	-1	60	81	-21	21	31	-10	
170042 li.	33	34	-1	64	72	-8	23	37	-14	

Tab. 4.2.3.2. Nuklearmedizinische Daten von klinisch unauffälligen Gelenken.

Statistik mit gepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t2}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	16	16	6	16	15
$\overline{x}$ =	- 9	8	4	- 1	7
s =	15	11	12	19	16

Tab. 4.2.3.3. Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchungen ($X_1 - X_2 = D$). Klinisch unauffällige Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten.

Statistik mit ungepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t2}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	32	32	12	32	30
$\overline{x}_D$ =	47	45	60	75	37
s_D =	10	10	13	16	15

Tab. 4.2.3.4. Statistische Berechnungen an Einzelwerten nuklearmedizinischer Parameter (X_1 bzw. X_2). Klinisch unauffällige Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten.

Statistik mit ungepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	20	20	20	20
$\bar{x}$ =	49	57	123	56
s =	10	15	27	16

Tab. 4.3.1.1. Statistische Berechnungen an Einzelwerten von nuklearmedizinischen Parametern (X_1 bzw. X_2) gesunder Gelenke.

Statistik mit gepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	16	16	16	6
$\bar{x}_D$ =	-1	-4	00	0
s_D =	10	25	22	19

Tab. 4.3.1.2. Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchung ($X_1 - X_2 = D$) gesunder Gelenke.

4.3.2. Sprunggelenke, klinisch auffällig.

- 123 -

		Enig.-Akt.		klin. Verl.		Rö.-S
		1.U.	2.U.	obj.	subj.	
A. leicht gebessert:	1					1./2.
221137 re.		1-2	0-1	+	+	
B. gleichgeblieben:	4					
300611 re.				(g)	g	I
300611 li.				(g)	g	O
100549 re.	1		1	g	g	I
181044 re.	2		2	g	g	I
C. leicht verschlechtert:	5					
010627 re.	1		1-2	(-)	-	O
010627 li.	1		1-2	(-)	-	O
241027 re.	2		3	-	--	I
241027 li.	2		3	-	--	I
070137 li.	1		2	-	-	O
D. stark verschlechtert:	1					
070137 re.	1		2-3	--	---	O

Tab. 4.3.2. Klinisch auffällige Sprunggelenke
Klinische und röntgenologische Daten

A. leicht gebessert:				1						
% Akk.					$Sr_{t3}/\overline{UM}Sr$			$In/\overline{UM}In$		
1.U. 2.U.					1.U. 2.U.			1.U. 2.U.		
221137	44	47	- 3		144	131	13	68	0	****

B. gleichgeblieben:				4						
300611 re.	52	42	10		191	185	6	69	73	-4
300611 li.	75	41	34		149	166	-17	82	71	11
181044 re.	49	65	-26		202	221	-19	83	192	-19
100549 re.	33	47	-14		173	204	-31	80	112	-32

C. leicht verschlechtert:				5						
010627 re.	57	47	10		143	195	-52	104	101	3
010627 li.	79	48	31		89	135	-46	92	90	2
241027 re.	41	46	- 5		134	176	-42	89	72	17
241027 li.	40	49	- 9		138	185	-47	81	72	9
070137	51	54	- 3		100	145	-45	0	89	****

D. stark verschlechtert:				1						
070137 re.	47	44	3		133	191	-58	0	75	****

Tab. 4.3.2 Nuklearmedizinische Daten der 1. und 2. Untersuchung bei entzündlich-rheumatisch erkrankten Gelenken.

4.3.2 SPRUNGGELENKE, klinisch auffällig

Statistik über gepaarte Werte

gleichgeblieben: % Akk. $Sr_{t1}/\sqrt{UM}$ $Sr_{t3}/\sqrt{UM}$ $Sr_{t1}/\sqrt{UM}$ $Sr_{t3}/\sqrt{UM}$ $Ln/\sqrt{UM}$ $Ln/\sqrt{UM}$

n =	4	4	4	4	4	4
$\bar{x}_D$ =	1	-12	-15	-15	-11	-11
s_D =	27	41	21	21	19	19

allgemein verschlechtert:

n =	6	6	6	6	6	6
$\bar{x}_D$ =	5	-20	-48	-48	8	8
s_D	15	15	6	6	7	7
Signifikanz		ss	ss	ss		

leicht verschlechtert:

n =	5	5	5	5	4	4
$\bar{x}_D$	5	-19	-46	-46	8	8
s_D	16	17	4	4	7	7
Signifikanz		s	s	ss		

Tab. 4.3.2.3 Klinisch auffällige Sprunggelenke.

Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchung ($X_1 - X_2 = D$)

Die Zahlen wurden der Tab. 4.1.2.2. entnommen und dem klinischen Verlauf entsprechend geordnet. "s" bedeutet signifikant gegenüber $p = 5\%$, "ss" bedeutet signifikant gegenüber $p = 1\%$.

Abkürzungen s. Tab. 1.

4.3.3. Sprunggelenke, klinisch auffällig.

- 126 -

Statistik bei ungepaarten Werten : $\bar{x} \pm 2s$

<u>Normbereich</u>	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	49 $\pm$ 20	57 $\pm$ 30	123 $\pm$ 54	56 $\pm$ 32
<u>Klin. Stad.1</u>				
n = 7	55 $\pm$ 22	72 $\pm$ 28	134 $\pm$ 64	95 $\pm$ 14
(n = 2)	(35 $\pm$ 4)	(63 $\pm$ 44)	(130 $\pm$ 100)	
<u>Klin. Stad.2</u>				
n = 9	56 $\pm$ 30	122 $\pm$ 104	208 $\pm$ 102	97 $\pm$ 34
(n = 3)	(43 $\pm$ 30)	(498 $\pm$ 170)	(202 $\pm$ 205)	
<u>Starke Beschwerden</u>				
n = 3	53 $\pm$ 24	97 $\pm$ 86	183 $\pm$ 106	82 $\pm$ 30
(n = 5)	(50 $\pm$ 30)	(108 $\pm$ 106)	(212 $\pm$ 130)	

4.3.3.4. Statistische Berechnungen an Einzelwerten von nuklearmedizinischen Parametern (X_1 bzw. X_2). Die Zahlen wurden der Tabelle 4.1.2.2 entnommen und nach klinischen Kriterien geordnet. Blutreine Werte stehen in Klammern.

Abkürzungen s. Tab. 1.

Klinische und röntgenologische Daten von Patienten mit
Chronischer Polyarthrit

031103 re.

031103 li.

301006 re.

301006 li.

020309 re.

020309 li.

071210 re.

071210 li.

090612 re. (Schmerzen durch Calcaneussporn)

090612 li. (Schmerzen durch Calcaneussporn)

270526 re.

200330 re.

200330 li.

290645 re.

290645 li.

Morbus REITER

200140 re.

200140 li.

Morbus BECHTEREW

230135 re. (Rö.-Stad.O)

230135 li. (Rö.-Stad.O)

Rheumatischem Fieber

250640 re.

250640 li.

Arthritis tuberculosa

081250 re.

081250 li.

Verdacht auf chronische Polyarthrit

300939 re. (Rö.-Stad.O)

300939 li. (Rö.-Stad.O)

181044 li. (Polyarthrit gesichert, Rö.-Stad.O)

100549 li. (Polyarthrit gesichert, DD:M.REITER, Rö.-Stad.O)

Ungeklärten Diagnosen

020918 re. (unklare Gonarthrit oder paraneoplast.Syndrom ?)

020918 li. (unklare Gonarthrit oder paraneoplast.Syndrom ?)

170742 re. (unklare Gonarthrit oder Morbus BECHTEREW ?)

170742 li. (unklare Gonarthrit oder Morbus BECHTEREW ?)

4.3.3.1. Klinische und röntgenologische Daten von klinisch
unauffälligen Sprunggelenken

4.3.3. Sprunggelenke, klinisch unauffällig, während erster und zweiter Untersuchung

- 128 -

Nuklearmedizinische Daten von Patienten mit

Chronischer Polyarthrititis

		% Akk.			Sr _{t3} /UM _{Sr}			In/UM _{In}		
		1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
301103	re.	45	48	- 3	137	155	- 18	62	64	- 2
301103	li.	55	46	9	139	169	- 30	59	66	- 7
301006	re.	45	47	- 2	83	100	- 17	39	56	-17
301006	li.	45	52	- 7	82	96	- 14	46	49	- 3
020309	re.	0	52	****	0	101	****	62	73	-11
020309	li.	0	56	****	0	109	****	52	69	-17
071210	re.	32	40	- 8	117	133	- 16	63	73	-10
071210	li.	38	42	- 4	141	153	- 12	56	74	-18
090612	re.	56	49	7	157	153	4	119	100	19
090612	li.	55	52	3	174	178	- 4	117	102	15
270526	re.	54	49	5	153	193	- 40	89	60	29
200330	re.	33	59	- 26	142	157	- 15	101	68	33
200330	li.	36	52	- 16	155	181	- 26	93	72	21
290645	re.	49	54	- 5	103	86	17	173	76	97
290645	li.	48	55	- 7	132	129	3	187	70	117

Morbus REITER

200140	re.	45	51	- 6	140	100	40	75	55	20
200140	li.	56	57	- 1	190	114	76	84	60	24

Morbus BECHTEREW

230135	re.	62	48	14	203	193	10	91	57	34
230135	li.	49	41	8	135	116	19	81	54	27

Rheumatischem Fieber

250640	re.	38	49	-11	71	104	-33	36	61	-25
250640	li.	40	49	- 9	68	91	-23	41	60	-19

Arthritis tuberculosa

081250	re.	41	51	-10	115	68	47	73	57	16
081250	li.	43	52	- 9	94	74	20	78	60	18

Verdacht auf chronische Polyarthrititis

300939	re.	46	58	-12	95	97	- 2	55	56	- 1
300939	li.	52	54	- 2	128	126	2	61	63	- 7
181044	li.	33	52	-19	98	103	- 5	43	61	-18
100549	li.	41	54	-13	153	168	-15	86	108	-22

Tab. 4.3.3.2. Nuklearmedizinische Daten von klinisch unauffälligen Gelenken.

zu 4.3.3. Sprunggelenke, klinisch unauffällig, während erster und zweiter Untersuchung

- 129 -

Nuklearmedizinische Daten von Patienten mit

Ungeklärten Diagnosen

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}Sr$			$In/\overline{UM}In$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
020918 re.	60	65	- 5	119	126	- 7	55	76	-21
020918 li.	53	69	-11	115	178	-63	37	90	-53
170742 re.	27	42	-15	113	153	-40	43	64	-16
170742 li.	35	51	-16	121	159	-38	53	53	0

Tab. 4.3.3.2. Nuklearmedizinische Daten von klinisch unauffälligen Gelenken.

Statistik mit gepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	23	23	23	24
$\bar{x}_D =$	- 4	- 6	- 5	13
$s_D =$	10	22	27	36

Tab. 4.3.3.3 Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchungen ($X_1 - X_2 = D$). Klinisch unauffällige Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten.

Statistik mit ungepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	46	46	46	48
$\bar{x} =$	48	64	131	75
s =	7	23	37	29

Tab. 4.3.3.4 Statistische Berechnungen an Einzelwerten nuklearmedizinischer Parameter (X_1 bzw. X_2) klinisch unauffälliger Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten.

Statistik mit ungepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	20	20	20	20
$\overline{x}$ =	59	48	80	38
s =	15	15	24	7

Tab. 4.4.1.1. Statistische Berechnungen an Einzelwerten von nuklearmedizinischen Parametern (X_1 bzw. X_2) gesunder Gelenke.

Statistik mit gepaarten Zahlen

	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	16	16	16	6
$\overline{x}_D$ =	2	4	-1	0
s_D =	17	20	15	14

Tab. 4.4.1.2. Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchungen ($X_1 - X_2 = D$).

A. wesentlich gebessert: 1

	Entg.-Akt.		Klin. Verl.		Rö.-Stad.
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1.U. / 2.U.
230135 li.	2	0-1	++	++	I(lat)

B. leicht gebessert: 3

090612 re.		+	+	I
090612 li.		+	+	I
200140 li.		+	+	II

C. gleichgeblieben: 4

300611 re.		g	g	I	
300611 li.		g	g	I	
300939 li.	0-1	0-1	g	g	I(Gg)
181044 re.	2	2	g	g	I(Gg)

D. leicht verschlechtert: 4

241027 re.	2	3	I	--	I
241027 li.	2	3	-	--	I
100549 re.	1	1-2	-	-	I
100549 li.	2	2-3	-	-	I

Tab. 4.4.2.1 Klinische und röntgenologische Daten klinisch auffälliger Zehngelenke.

A. wesentlich gebessert

		% Akk.			$\text{Sr}t3/\overline{\text{UM}}\text{Sr}$			$\text{In}/\overline{\text{UM}}\text{In}$		
		1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
230135	li.	76	74	2	145	78	67	75	40	35

B. leicht gebessert

090612	re.	77	60	17	134	111	23	79	89	-10
090612	li.	60	61	-1	102	100	2	66	80	-14
200140	li.	71	75	-4	180	101	79	81	51	30

C. gleichgeblieben

300611	re.	50	54	-4	170	155	15	43	82	-39
300611	li.	51	56	5	131	124	7	38	79	-41
300939	li.	77	69	8	163	120	43	38	76	-38
181044	re.	43	83	-40	103	71	32	53	39	-14

D. leicht verschlechtert

241027	re.	58	77	-19	105	136	-31	95	81	14
241027	li.	72	75	-3	89	125	-36	109	94	15
100549	re.	43	79	-36	129	121	8	45	77	-32
100549	li.	62	89	-27	139	155	-16	55	67	-12

Tab. 4.4.2.1. Nuklearmedizinische Daten der 1. und 2.
 Untersuchung bei entzündlich-rheumatisch
 erkrankten Gelenken.

4.4.2 ZEHENGELLENKE, klinisch auffällig =====

Statistik über gepaarte Werte

<u>allgemein gebessert:</u> % Akk.	$Sr_{t1}/\sqrt{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\sqrt{UM}_{Sr}$	$In/\sqrt{UM}_{In}$
n =	4	4	4
$\bar{x}_D$ =	4	35	43
s_D =	9	25	36
Signifikanz	Ø	s	s

leicht gebessert:

n =	3	3	3
$\bar{x}_D$ =	4	29	35
s_D =	11	27	40
Signifikanz	Ø	Ø	Ø

gleichgeblieben:

n =	4	4	4
$\bar{x}_D$ =	-8	18	22
s_D =	11	21	19
			2

leicht verschlechtert:

n =	4	4	4
$\bar{x}_D$ =	-21	-42	-19
s_D =	14	9	20
Signifikanz	s	ss	s
			Ø

Tab. 4.4.2 Klinisch auffällige Zehengelenke.

Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor- und Nachuntersuchung ($X_1 - X_2 = D$). Die Zahlen wurden der Tab. 4.1.2.2 entnommen und dem klinischen Verlauf entsprechend geordnet. "s" bedeutet signifikant gegenüber $p = 5\%$, "ss" bedeutet signifikant gegenüber $p = 1\%$.

Abkürzungen s. Tab. 1.

Statistik bei ungepaarten Werten : $\bar{X} \pm 2s$

<u>Normbereich.</u>	% Akk.	$Sr_{t1}/\overline{UM}_{Sr}$	$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$	$In/\overline{UM}_{In}$
n =	59 $\pm$ 30	48 $\pm$ 30	80 $\pm$ 48	38 $\pm$ 14

Klin. Stad.2

n = 7	76 $\pm$ 60	86 $\pm$ 64	115 $\pm$ 62	70 $\pm$ 50
(n = 4)	83 $\pm$ 72	87 $\pm$ 84	103 $\pm$ 80	

Starke Beschwerden

n = 10	77 $\pm$ 54	86 $\pm$ 44	119 $\pm$ 74	58 $\pm$ 38
(n = 10)	(73 $\pm$ 56)	(86 $\pm$ 46)	(127 $\pm$ 78)	

Tab. 4.4.3.4. Statistische Berechnungen an Einzelwerten von nuklearmedizinischen Parametern (X_1 bzw. X_2). Die Zahlen wurden der Tab. 4.1.2.2. entnommen und nach klinischen Kriterien geordnet. Blutreine Werte stehen in Klammern.

Abkürzungen s. Tab. 1.

Klinische und röntgenologische Daten von Patienten mit

Chronischer Polyarthrititis

031103 re.

031103 li.

301006 re.

301006 li.

020309 re.

020309 li.

071210 re.

071210 li.

270526 re.

270526 li.

010627 re.

010627 li.

200330 re.

200330 li.

070137 re.

070137 li.

290645 re.

290645 li.

Morbus REITER

200140 re

Morbus BECHTEREW

230135 re.

Arthritis psoratica

221137 re.

221137 li.

Rheumatischem Fieber

250640 re.

250640 li.

Arthritis tuberculosa

081250 re.

081250 li.

Verdacht auf chronische Polyarthrititis

300939 re.

181044 li. (Polyarthrititis gesichert)

Ungeklärten Diagnosen

020918 re. (unklare Gonarthrititis od. paraneoplast. Syndrom ?)

020918 li. (unklare Gonarthrititis od. paraneoplast. Syndrom ?)

170742 re. (unklare Gonarthrititis od. Morbus BECHTEREW ?)

170742 li. (unklare Gonarthrititis od. Morbus BECHTEREW ?)

Tab. 4.4.3.1. Zehengelenke, klinisch unauffällig.

4.4.3. Zehengelenke, klinisch unauffällig, während erster undzweiter Untersuchung

Nuklearmedizinische Daten von Patienten mit

Chronischer Polyarthrit

		% Akk.			Sr t ₃ /UM Sr			In/UM In		
		1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
031103	re.	73	72	2	115	137	-22	77	94	-17
031103	li.	70	59	11	107	154	-47	71	71	0
301006	re.	52	67	-15	54	71	-17	22	50	-28
301006	li.	38	63	-25	61	66	-5	28	54	-26
020309	re.	0	86	***	0	58	***	44	24	20
020309	li.	0	61	***	0	85	***	59	52	7
071210	re.	55	57	-2	91	120	-29	31	97	-66
071210	li.	0	67	***	0	91	***	32	96	-64
270526	re.	94	87	7	109	134	-25	103	87	16
270526	li.	94	66	26	141	145	-5	106	103	3
010627	re.	60	66	-5	103	145	-42	71	105	-34
010627	li.	69	65	4	80	114	-34	58	83	25
200330	re.	37	63	-26	106	169	-63	71	63	8
200330	li.	36	68	-32	98	139	-41	61	61	0
070137	re.	58	55	3	59	76	-17	0	242	***
070137	li.	86	62	24	56	73	-17	0	115	***
290645	re.	59	44	15	68	102	-34	129	38	91
290645	li.	75	67	8	60	123	-63	112	72	40

Morbus REITER

200140	re.	40	72	-24	102	98	4	52	46	6
--------	-----	----	----	-----	-----	----	---	----	----	---

Morbus BECHTEREW

230135	re.	60	107	-47	93	62	31	65	40	25
--------	-----	----	-----	-----	----	----	----	----	----	----

Arthritis psoriatica

221137	re.	44	59	-15	156	87	69	65	0	***
221137	li.	54	72	-18	148	81	67	67	0	***

Rheumatisches Fieber

250640	re.	43	76	-33	44	102	-58	18	53	-35
250640	li.	43	79	-36	42	91	-49	22	45	-23

Arthritis tuberculosa

081250	re.	64	49	15	60	87	-27	47	47	0
081250	li.	72	48	24	63	77	-14	50	54	-4

Verdacht auf chronische Polyarthrit

300939	re.	79	85	-6	72	69	3	38	62	-24
181044	li.	41	130	-89	67	53	14	34	41	-7

Ungelärten Diagnosen

020918	re.	42	74	-32	48	78	-30	43	80	-37
020918	li.	32	84	-52	36	77	-41	13	69	-56
170742	re.	87	66	21	77	94	-17	33	55	-22
170742	li.	56	62	-6	82	102	-20	34	43	-9

Tab. 4.4.3.2. Nuklearmedizinische Daten von klinisch unauffälligen Gelenken.

4.4.3. Zehengelenke, klinisch unauffällig

Statistik mit gepaarten Zahlen

	% Akk.	Sr_{t1}/UM_{Sr}	Sr_{t3}/UM_{Sr}	In/UM_{In}
n =	25	26	25	25
$x_D =$	-10	-15	-13	- 4
$s_D =$	25	28	37	34

Tab.4.4.3.3. Statistische Berechnungen an den Differenzen nuklearmedizinischer Parameter aus Vor-und Nachuntersuchung ($X_1 - X_2 = D$). Klinisch unauffällige Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten.

Abkürzungen s. Tab. 1

Statistik mit ungepaarten Zahlen

	% Akk.	Sr_{t1}/UM_{Sr}	Sr_{t3}/UM_{Sr}	In/UM_{In}
n =	52	52	51	50
$x_{\cdot} =$	65	61	95	67
s =	18	26	33	37

Tab.4.4.3.4. Statistische Berechnungen an Einzelwerten nuklearmedizinischer Parameter (X_1 bzw. X_2) klinisch unauffälliger Gelenke von Patienten mit polyarthritischen Krankheiten.

Einzelfallbesprechungen: Chronische Polyarthrit

Patient, geb. am 30.6.1911

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	48	33	15	67	95	-28	43	29	14
li.	50	47	3	62	66	- 4	46	22	24
Handgel.re.	51	44	7	120	115	5	69	41	28
li.	60	47	13	110	110	0	58	40	18
Sprungg.re.	52	42	10	191	185	6	69	73	- 4
li.	75	41	34	149	166	-17	82	71	11
Zeheng. re.	50	54	- 4	170	155	+15	43	82	-39
li.	61	56	5	131	124	7	38	79	-41

Tab.5.1.1.1. Zählraten der 1. und 2. Untersuchung. $\Delta = X_1 - X_2$.

5.1.1.

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	0	0	0	0	+	-	+	0	+
li.	0	0	0	0	0	0	+	0	+
Handgel.re.	0	0	0	0	0	0	+	0	+
li.	0	0	0	0	0	0	+	0	+
Sprungg.re.	0	0	0	+	+	0	0	0	0
li.	+	0	+	0	0	0	0	0	0
Zeheng. re.	0	0	0	+	+	0	0	+	-
li.	0	0	0	+	+	0	0	+	-

Tab.5.1.1.2. Vergleich d.o.a. Zählraten mit Normalwerten.
 Es bedeuten: 0 = innerhalb, + = oberhalb,
 - = unterhalb des Normbereichs.
 Abkürzungen s. Tab. 1

	Entz.-Akt.		klin. Verlauf		Rö.-Stad
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1.U./2.U.
Fingerg.re.	Morgen-↑	2	-	-	I
li.	steifkt↑	2	-	-	I
Handgel.re.	1	1	g	g	III
li.	1	1	g	g	III
Sprungg.re.	1-2	1-2	(g)	g	
li.	1-2	1-2	(g)	g	
Zeheng. re.	2	2	g	g	I
li.	2	2	g	g	I

Tab.5.1.1.3. Klinische und röntgenologische Daten.
 Abkürzungen s. Tab. 1.

Einzelfallbesprechungen: Arthritis tuberculosa

Patient, geb. am 12.08.1950

	% Akk.			Srt3/ $\overline{UM}_{Sr}$			In/ $\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	36	35	1	71	71	0	37	16	21
li.	44	37	7	62	66	-4	25	16	9
Handgel.re.	47	28	19	179	150	29	86	34	52
li.	40	48	-8	88	88	0	49	29	20
Sprungg.re.	41	51	-10	115	68	47	73	57	16
li.	43	52	-9	94	74	20	78	60	18
Zeheng. re.	64	49	15	60	87	-27	47	47	0
li.	72	48	24	63	77	-14	50	54	-4

Tab. 5.1.2.1. Zählraten der 1. und 2. Untersuchung ($\Delta = X_1 - X_2$).
Abkürzungen s. Tab. 1.

	% Akk.			Srt3/ $\overline{UM}_{Sr}$			In/ $\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	0	0	0	0	0	0	0	0	+
li.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handgel.re.	0	0	+	+	+	+	+	0	+
li.	0	0	0	0	0	0	0	0	+
Sprungg.re.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
li.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zeheng. re.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
li.	0	0	0	0	0	0	0	+	0

Tab. 5.1.2.2. Vergleich der o.a.Zählraten mit Normalwerten
Es bedeuten: 0 = innerhalb, + = oberhalb,
- = unterhalb des Normbereiches ($\bar{x} \pm 2 s$ bzw.
 $\bar{x}_D \pm 2s_D$).
Abkürzungen s. Tab. 1.

	Entz.-Akt.		klin.Verlauf		Rö.-Stad.
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1.U./2.U.
Handgel.re.	3-4	1	++	++	II

Alle übrigen untersuchten Gelenke waren klinisch unauffällig.

Tab. 5.1.2.3. Klinische und röntgenologische Daten.
Abkürzungen s. Tab. 1.

Einzelfallbesprechungen: Unklare Diagnose: Gonarthritits oder Paraneoplastisches Syndrom

Patient, geb. am 2.09.1918

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	58	60	-2	113	108	5	29	53	-24
li.	64	56	8	113	106	7	28	40	-12
Handgel.re.	70	63	7	135	151	-16	51	88	-37
li.	64	56	8	136	136	0	52	74	-22
Sprungg.re.	60	65	-5	119	126	-7	55	76	-21
li.	58	69	-11	115	178	-63	37	90	-53
Zeheng. re.	42	74	-32	48	78	-30	43	80	-37
li.	32	84	-52	36	77	-41	13	69	-56

Tab. 5.2.1.1. Zählraten der 1. und 2. Untersuchung ($\Delta = X_1 - X_2$).
Abkürzungen s.Tab. 1

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	0	0	0	+	+	0	0	+	-
li.	0	0	0	+	+	0	0	0	-
Handgel.re.	0	0	0	+	+	-	0	+	-
li.	0	0	0	+	+	0	0	+	-
Sprungg.re.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
li.	0	0	0	0	0	-	0	+	-
Zeheng. re.	0	0	0	0	0	0	0	+	-
li.	0	0	-	0	0	-	0	+	-

Tab. 5.2.1.2. Vergleich der o.a. Zählraten mit Normalwerten.

Es bedeutet: 0 = innerhalb, + = oberhalb und
- = unterhalb des Normbereiches
($\bar{x} \pm 2s$ bzw. $\bar{x}_D \pm 2s_D$).

Abkürzungen s. Tab. 1

oder Morbus BECHTEREW

Patient, geb. am 17o742

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	32	33	- 1	60	31	- 21	21	31	-10
li.	33	34	- 1	64	72	- 8	23	37	-14
Handgel.re.	33	36	0	100	112	- 12	39	57	-18
li.	48	42	6	96	101	- 5	37	45	- 8
Sprungg.re.	27	42	-15	113	153	- 40	48	64	-16
li.	35	51	-16	121	159	- 38	53	53	0
Zeheng. re.	37	66	21	77	94	- 17	33	55	-22
li.	56	62	- 6	82	102	- 20	34	43	- 9

Tab.5.2.2.1 Zählraten der 1.u. 2. Untersuchung

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	0	0	0	0	0	-	0	0	-
li.	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Handgel.re.	0	0	0	0	0	0	0	+	-
li.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sprungg.re.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
li.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zeheng. re.	0	0	0	0	0	0	0	+	0
li.	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab.5.2.2.2 Vergleich der o.a.Zählraten mit Normalwerten.
Es bedeuten: 0 = innerhalb, + = oberhalb,
- = unterhalb des Normbereiches.

Abkürzungen s. Tab. 1

Einzelfallbesprechungen: Hochdosierte Cortisontherapie

1. Patient, geb. am 4.2.1909

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1 U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	94	63	31	91	128	-37	55	79	-24
li.	89	63	26	93	139	-46	55	85	-30
Handgel.re.	73	49	24	138	171	-33	78	102	-24
li.	71	46	25	124	133	- 9	71	94	-23
Sprungg.re.	62	50	12	196	208	-12	102	153	-51
li.	57	65	- 8	213	236	-23	109	146	-37
Zeheng. re.	91	64	27	122	143	-21	81	127	-46
li.	102	47	55	109	115	- 6	77	83	- 6

Tab. 5.3.1.1. Zusammenstellung von Zählraten der 1.u.2. Untersuchung ($X_1 - X_2 = \Delta$)

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	+	0	+	+	+	-	+	+	-
li.	+	0	+	+	+	-	+	+	-
Handgel.re.	+	0	+	+	+	-	+	+	-
li.	+	0	+	+	+	0	+	+	-
Sprungg.re.	0	0	0	+	+	0	+	+	-
li.	0	0	0	+	+	0	+	+	0
Zeheng. re.	+	0	0	0	+	0	+	+	-
li.	+	0	+	0	0	0	+	+	0

Tab. 5.3.1.2. Vergleich der o.a. Zählraten mit Normalwerten (S. Tab. 4.x.1): 0 = innerhalb, + = oberhalb, - = unterhalb des Normbereichs.

	Entz.-Akt.		klin. Verlauf		Rö.-Stad.
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1.U./2.U.
Fingerg.re.	2-3	2-3	g	g	I
li.	2-3	2-3	g	g	I(Mg - II)
Handgel.re.	2	2	g	g(+)	II
li.	2	2	g	g(+)	I
Sprungg.re.	1	1	g		I
li.	1	1	g		I
Zeheng. re.	2	2	g		III
li.	1	1	g		I

Tab. 5.3.1.3. Zusammenstellung klinischer und röntgenologischer Daten

Einzelfallbesprechungen: Hochdosierte Cortisontherapie

2. Patient, geb. am 24.8.1913

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	39	64	-25	91	85	6	15	9	6
li.	58	71	-13	110	106	4	38	15	23
Handgel.re.	48	59	-11	188	177	11	54	55	-1
li.	54	68	-14	182	187	-5	57	69	-12
Sprungg.re.	64	80	-16	127	157	-30	50	73	-23
li.	75	67	8	169	200	-31	68	75	-7
Zeheng. re.	51	78	-27	72	121	-49	23	32	-9
li.	58	77	-19	73	157	-84	38	38	0

Tab. 5.3. 2.1 Zusammenstellung von Zählraten der 1.u.2.Untersuchung

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	0	0	-	+	0	0	0	0	0
li.	0	+	0	+	+	0	0	0	+
Handgel.re.	0	0	0	+	+	0	0	0	0
li.	0	+	0	+	+	0	+	+	0
Sprungg.re.	0	+	0	0	0	0	0	0	0
li.	+	0	0	0	+	0	0	0	0
Zeheng. re.	0	0	0	0	0	-	0	0	0
li.	0	0	0	0	+	-	0	0	0

Tab. 5.3. 2.2 Vergleich der o.a. Zählraten mit Normalwerten (s. Tab. 4.x.1.): 0 = innerhalb, + = oberhalb, - = unterhalb des Normbereichs.

	Entz.-Akt. klin. Verlauf				Rö-Stad.
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1.U./2.U.
Fingerg.re.	1	0	+	+	II
li.	1	1	g	++	II
Handgel.re.	1	0-1	+	++	III
li.	1	0-1	+	++	III
Sprungg.re.	1	0	+	++	0
li.	1	0	+	++	I
Zeheng. re.	klinisch unauffällig.				
li.					

Tab. 5.3. 2.3 Zusammenstellung klinischer und röntgenologischer Daten.

Einzelfallbesprechungen: Hochdosierte Cortisontherapie

3. Patient, geb. am 04.06.1915

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.2.U. Δ			1.U.2.U. Δ			1.U.2.U. Δ		
Fingerg.re.	72	61	11	84	88	- 4	51	37	14
li.	60	76	-16	63	67	- 4	32	35	- 3
Handgel.re.	66	67	- 1	139	155	-16	74	77	- 3
li.	74	71	3	149	152	- 3	76	78	- 2
Sprungg.re.	68	61	7	233	211	22	109	88	21
li.	80	65	15	220	238	-18	123	109	14
Zeheng. re.	85	76	9	132	131	1	91	64	27
li.	81	80	1	176	130	46	97	81	16

Tab. 5.3.3.1 Zusammenstellung von Zählraten der 1.u.2.Untersuchung

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.2.U. Δ			1.U.2.U. Δ			1.U.2.U. Δ		
Fingerg.re.	0	0	0	0	0	0	+	0	+
li.	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Handgel.re.	0	+	0	+	+	0	+	+	0
li.	+	+	0	+	+	0	+	+	0
Sprungg.re.	0	0	0	+	+	0	+	0	0
li.	+	0	+	+	+	0	+	+	0
Zeheng. re.	0	0	0	+	+	0	+	+	0
li.	0	0	0	+	+	+	+	+	0

Tab. 5.3.3.2 Vergleich der o.a.Zählraten mit Normalwerten (s.Tab. 4.x.1.): 0 = innerhalb, +=oberhalb, - = unterhalb des Normbereichs.

	Entz.-Akt.		klin.Verlauf		Rö.-Stad.
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1.U./2.U.
Fingerg.re.	2	2	g	g	
li.	2	2	g	g	
Handgel.re.	Synovektomie				
li.	4	4	g	g	III
Sprungg.re.	2	2	g	g	II(lat)
li.	2.	2	g	g	II(lat)
Zeheng. re.	klin. unauffällig				
li.					

Tab. 5.3.3.3 Zusammenstellung klinischer und röntgenologischer Daten

Einzelfallbesprechungen: Hochdosierte Cortisontherapie

4. Patient, geb. am 30.7.1923

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	0	39	****	0	60	****	43	60	-17
li.	0	33	****	0	78	****	59	67	- 8
Handgel.re.	0	50	****	0	250	****	100	150	-50
li.	0	56	****	0	237	****	99	140	-41
Sprungg.re.	0	32	****	0	157	****	116	154	-38
li.	0	67	****	0	234	****	126	163	-37
Zeheng. re.	0	72	****	0	68	****	126	116	10
li.	0	60	****	0	70	****	82	116	-34

Tab. 5.3.4.1 Zusammenstellung von Zählraten der 1. und 2. Untersuchung

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	o			o			+	+	-
li.	o			+			+	+	o
Handgel.re.	o			+			+	+	-
li.	+			+			+	+	-
Sprungg.re.	o			o			+	+	o
li.	+			+			+	+	o
Zeheng. re.	o			o			+	+	o
li.	o			o			+	+	-

Tab. 5.3.4.2 Vergleich der o.a.Zählraten mit Normalwerten (s.Tab. 4.x.1.): 0 = innerhalb, + = oberhalb, - = unterhalb des Normbereichs.

	Entz.-Akt.		klin.Verlauf		Rö.-Stadium
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1.U./2.U.
Fingerg.re.			-	-	II
li.			-	-	III
Handgel.re.	2	3	-	-(g)	IV
li.	2	3	-	-(g)	IV
Sprungg.re.	2-3	3	(-)		I
li.	3-4	4	(-)		III
Zeheng. re.					
li.	klinisch unauffällig.				

Tab.5.3. 4.3 Zusammenstellung klinischer und röntgenologischer Daten

5. Patient, geb. am 16.11.1923

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}Sr$			$In/\overline{UM}In$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	54	53	1	79	88	- 9	33	34	- 1
li.	47	44	3	80	82	- 2	23	32	- 9
Handgel.re.	58	48	10	158	110	48	53	0	****
li.	54	59	-5	138	116	22	46	45	1
Sprungg.re.	60	47	13	116	177	-61	74	69	5
li.	46	65	-19	119	148	-29	87	68	19
Zeheng. re.	72	88	-16	151	138	13	75	54	21
li.	89	86	3	144	139	5	91	43	48

Tab. 5.3.5.1

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}Sr$			$In/\overline{UM}In$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
li.	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Handgel.re.	+	0	0	+	0	+	0	0	0
li.	+	+	0	+	0	+	0	0	0
Sprungg.re.	0	0	0	0	0	-	0	0	0
li.	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Zeheng. re.	0	+	+	+	+	0	+	+	0
li.	+	+	0	+	+	0	+	0	+

Tab. 5.3.5.2

	Entz.-Akt.		klin.Verlauf		Rö.-Stad.
	1.U.	2.U.	obj.	subj.	1./2.U.
Fingerg.re.	1	0	+	+	I
li.	1	0	+	+	0
Handgel.re.	1	0	+	+	I
li.	1	0	+	+	0
Sprungg.re.					
li.					
Zeheng. re.	klinisch unauffällig.				
li.					

Tab. 5.3.5.3 Zusammenstellung klinischer und röntgenologischer Daten.

Einzelfallbesprechungen: Hochdosierte Cortisontherapie

6. Patient, geb. am 12.08.1931

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.		1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	46	47	- 1	81	74	7	48	46	-12
li.	57	42	15	91	108	-17	49	60	-11
Handgel.re.	54	74	-20	124	124	0	96	98	- 2
li.	62	81	-19	122	123	- 1	95	96	- 1
Sprungg.re.	69	76	- 7	183	202	-19	105	139	-34
li.	72	74	- 2	178	209	-31	99	122	-23
Zeheng. re.	35	64	21	97	99	- 2	66	97	-31
li.	84	77	7	119	111	8	65	119	-54

Tab.5.3.6.1. Zählraten der 1.und 2. Untersuchung

	% Akk.			$Sr_{t3}/\overline{UM}_{Sr}$			$In/\overline{UM}_{In}$		
	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ	1.U.	2.U.	Δ
Fingerg.re.	0	0	0	0	0	0	+	+	+
li.	0	0	0	+	+	-	+	+	0
Handgel.re.	0	+	-	+	+	0	+	+	0
li.	0	+	-	+	+	0	+	+	0
Sprungg.re.	0	+	0	+	+	0	+	+	0
li.	+	+	0	+	+	0	+	+	0
Zeheng. re.	0	0	0	0	0	0	+	+	-
li.	0	0	0	0	0	0	+	+	-

Tab.5.3.6.2. Vergleich o.a.Zählraten mit Normalwerten
(s.Tab. 4.x.1.): 0 = innerhalb, + = oberhalb,
- = unterhalb des Normbereichs.

Fingerg.re.	2	2	g	g	0
li.	2	2	g	g	0
Handgel.re.	2	2	g(+)		0
li.	2	2	g(+)		0
Sprungg.re.	3	3	g	g(-)	I
li.	3	3	g	g(-)	I
Zeheng. re.	3	3	g		I
li.	3	3	g		I

Tab.5.3.6.3 Zusammenstellung klinischer und röntgenologischer Daten.

VIII. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- 1) BABAIANTZ, C.: J. Radiol. Electrol. 29 (1948), 333
- 2) BAUER, G.C.H., R.D. RAY: Kinetics of strontium metabolism in man, J. Bone Jt. Surg. 40 A (1958) 171
- 3) BAUER, G.H.C., B. WENDEBERG: External counting of Ca^{47} and Sr^{85} in studies of localized skeletal lesions in man. J. Bone Jt. Surg. 41 B (1959) 558
- 4) BAUER, G.C.H.: Experience with external Counting Techniques in clinical studies of bone. JAEA Technical Reports Series 10 (1962) 92
- 4a) BAUER, G.C., E.M.SMITH: ^{85}Sr scintimetry of osteoarthritis of the knee. J. Nucl. Med. 10 (1969) 109
- 5) BERGER, H.J.: Acta Histochem. 22 (1965) 298
- 5a) BERGMANN, H., R. HÖFER, G. KOLANZ, N. THUMB: Quantitative Messung des $^{87\text{m}}\text{Sr}$ Uptake in Knochen bei Patienten mit PCP. Vortr. 9. Jahrestgg. Ges.f. Nuklearmed., Sept.1971, Antwerpen, Belgien
- 6) BESSLER, W.: Szintigraphische Untersuchungen nach Frakturen und Knochenoperationen. Fortschr. Röntgenstr. 107 (1967) 654
- 7) BESSLER, W.: Skelettszintigraphie mit Radiostrontium. In: R. GLAUNER (Hrsg.): Ergebnisse der medizinischen Radiologie. Thieme, Stuttgart 1969 S. 1 Bd. II
- 8) BESSLER, W.: Röntgenologische, autoradiographische und szintigraphische Befunde bei Femurkopfnekrose. Fortschr. Röntgenstr. 110 (1969) 214

- 9) BESSLER, W.: Die Radiostrontiumablagerung im erkrankten Skelett. Szintigraphieresultate. In: R. GLAUNER (Hrsg.): Angiologie und Szintigraphie bei Knochen- und Gelenkerkrankungen. Thieme, Stuttgart 1971
- 10) BLOOMER, K.L.: Detection of nonmalignant and malignant bone disease with ^{87}mSr (Abstract). J.Nucl.Med. 11 (1970) 406
- 11) BRUCER, M.: Trilinear Chart of the Nuclides
Hrsg. Mallinckrodt-Nuclear, St.Louis, Mo. USA, 1968
- 12) BUCHBORN, E., H. JAHRMÄRKER, et al: Therapie innerer Krankheiten. Springer Verlag Berlin, 1973, S. 325 - 333
- 13) BÜLL, U., M. SCHATTENKIRCHNER, K.W. FREY, A. PILGER, U. SCHABRONATH, P. PFEIFFER: Zur Anwendung von ^{87}mSr bei der Diagnostik entzündlicher und degenerativer Gelenkerkrankungen. Z. Rheumaforsch. 32 (1973)
- 13a) BÜLL, U., M. SCHATTENKIRCHNER, K.W. FREY, U. SCHÖNWALD, W. DORSCH: Zur vergleichenden Wertigkeit von Untersuchungen mit ^{87}mSr und ^{113}mIn gegenüber röntgenologischen und klinischen Befunden bei entzündlichen Gelenkerkrankungen unter Berücksichtigung von Verlaufskontrollen. Beiheft Fortschr. Röntgenstr., Thieme, Stuttgart 1974 (a), S. 92
- 14) BÜLL, U., M. SCHATTENKIRCHNER, K.W. FREY, H. MÜLLER-FASSBENDER: ^{113}mIn , ^{87}mSr und ^{85}Sr in der Differentialdiagnostik entzündlicher Knochen- und Gelenkerkrankungen. 10. Intern. Jhrstg. Ges. Nuclearmedizin, 27.-30.Sept. 1972, Freiburg, Deutschland
- 15) BÜLL, U., K.W. FREY, M. SCHATTENKIRCHNER: Zur lokalen Kinetik von ^{87}mSr bei Gelenkerkrankungen unter Berücksichtigung vergleichender Untersuchungen mit ^{113}mIn . Fortschr. Röntgenstr. 119 (1973) 122

- 16) BÜLL, U., M. SCHATTENKIRCHNER, K.W. FRIFY, D.GHANATABADI:
Zur Diagnostik von entzündlichen Gelenkserkrankungen mit
kurzlebigen (^{113m}In , ^{87m}Sr) und langlebigen (^{85}Sr) Radio-
nukliden. 15. Tg. der Dtsch. Ges. für Rheumatologie,
Hamburg, 12.-14. Okt. 1972
- 17) BÜLL, U.: Quantifizierende und szintigraphische Unter-
suchungen mit Radiostrontium, ^{99m}Tc -Phosphat-Zinn-
Komplexen und ^{113m}In . Habil.-Schrift, München 1974
- 18) BYWATERS, E.G. L.: The relation between heart and joint
disease including «rheumatoid heart disease» and «chronic
postrheumatic arthritis (Type Jaccond)»
Brit. Heart J. 12 (1950) 1
- 19) CHARKES, N. D., D.M. SKLAROFF, J. BIERLY: Detection of
metastatic cancer of bone by scintiscanning with strontium
 ^{87m}Sr . Americ. J. Roentgenol. 91, 1121 (1964)
- 20) CHARKES, N.D., SKLAROFF, D.M. AND YOUNG, I.: A critical
analysis of strontium bone scanning for detection of
metastatic cancer. Am. J. Roentgenol. 96:647, 1966
- 21) CHARKES, N.D.: Some differences between bone scans made
with ^{87m}Sr and ^{85}Sr . J.Nucl. Med. 10 (1969) 491
- 22) COLLINS, K.E., S. DEODHAR, G. NUKI, K. WHALEY, W.W.
BUCHANAN, W.C. DICK: Radiostope study of small joint in-
flammation in rheumatoid arthritis. An.rheumat.Dis. 30
(1971) 401
- 23) CREUTZIG, H., A. WITTENBORG, T. HERNADY: Vergleichende
Untersuchungen zur Gelenkszintigraphie mit ^{99m}Tc und
 ^{113m}In . Fortschr. Röntgenstr. 117 (1972) 81 - 86
- 24) DE NARDO, G.L.; VOLPE, J.A.: Detection of bone lesions
with ^{85}Sr scintiscan. J. nucl. Med. 7 (1966) 219

- 25) DeROO, M.J.K., P. KESTELJIN: A critical study of the contribution of bone scintigraphy to the diagnosis in orthopaedic conditions. J. Belge Radiol. 52 (1969) fasc. 5
- 26) DIHLMANN, W.: Röntgen: Gelenke und Wirbelverbindungen Bd. III. Thieme, Stuttgart (1973) (s. 285 ffg.)
- 27) van DYKE, D.; ANGER, H.O.; YANO, Y.; BOZZINI, C.: Bone blood flow shown with ^{18}F and the positron camera. Amer. J. Physiol. 209 (1965) 65
- 28) FASSBENDER, C.W., E. HIPPEL, E.A. HÜHN: Die Bedeutung nuklearmedizinischer Methoden in der Diagnostik von Erkrankungen der Knochen und Gelenke. Fortschr. Med. 86 (1968) 693
- 29) FEINE, U., K. zum WINKEL: Nuklearmedizin. Szintigraphische Diagnostik. Thieme, Stuttgart 1969, S. 352
- 30) FELLÄNDER, M., L. LINDBERG: Clinical use of radiostrontium in evaluation of spondylitis. J. Bone Jt. Surg. 48 A (1966) 153
- 31) FRENCH, R.J., P.F. JOHNSON, N.G. TROTT: Symposium on med. Radioisotope Scintigraphy. Salzburg, Austria 6. - 15. Aug. 1968, SM 108/64
- 32) FREY, K.W.: Profilmessung und Szintigraphie des Skeletts. In: GLAUNER, R. (Hrsg.): Angiologie und Szintigraphie bei Knochen- und Gelenkerkrankungen. Thieme, Stuttgart, 1971, S. 35
- 33) FREY, K.W., U. BÜLL: Profilmessung und Szintigraphie mit ^{85}Sr und $^{87\text{m}}\text{Sr}$ zur Verlaufsbeobachtung von Knochenerkrankungen. Röntgenbl. 24 (1971) 208

- 34) FREY, K.W., A. SONNTAG, M. Sch. SCHEYBANI, O.KRAUSS,
P. FUCHS: Knochen-Szintigraphie mit Strontium 85.
Vergleichende Untersuchungen zwischen Röntgendiagnostik
und Szintigraphie. Fortschr.Röntgenstr. 106 (1967) 206
- 35) FUEGER, G.F.: Nuklearmedizinische Untersuchungen an
Frakturen. In: R. GLAUNER (Hrsg.): Ergebnisse der
medizinischen Radiologie. Bd.IV. Thieme, Stuttgart 1971
- 36) GALASKO, C.S.B.: False positives and negatives with
 ^{87}mSr . J.Nucl. Med. 12 (1971) 141
- 37) GOLDING, D.N.: in "Rheumatische Erkrankungen".
Thieme, Stuttgart (1971) S. 31 - 61
- 38) GUERIN, R.A.; GUERIN, M.T.: Presse med. 68 (1960) 1575
- 39) HARTMANN, F., H. DEICHER: "Bindegewebe" in: klinische
Pathophysiologie. Hrsg. W. SIEGENTHALER,
Thieme, Stuttgart (1973) S. 858 - 899
- 40) HARTL, W.: Zur Differentialdiagnose der rheumatoiden
Arthritis. Therapiewoche 21 (1971) 744
- 41) HAYES, R.L.; BYRD, B.L.; CARLTON, J.E.:
J. Nucl. Med. 9, 323 (1968) (Abstract)
- 42) HEGGLIN, R.: Differentialdiagnose innerer Krankheiten.
Thieme, Stuttgart (1972) S. 175 - 178, S. 792 - 804
- 43) HENGST, W., M.v.d. OHE: Fortschr.Röntgenstr.5 (1967),655
- 44) HENGST, W., M.v.d. OHE: Fortschr. Röntgenstr. 106 (1967),
728
- 45) HOLOPAINEN, T., A. REKONEN: Uptake of radioactive
Strontium (^{85}Sr) in joints damaged by rheumatoid arthritis
measured by external counting of radiation.
Acta Rheum. Scand. 12 (1966) 102 - 111

- 46) HUNDESHAGEN, H., H. DOPSLAFF, D. MEYER: Die Anwendung von ^{113m}In -markierten Substanzen in der Kreislauf- und Lungen-diagnostik. In: W. KEIDERLING, H. HOFFMANN, H.A. LADNER (Hrsg.): Radiosotope in Pharmakokinetik und klinischer Biochemie. Schattauer, Stuttgart 1970, S. 327
- 47) HUMPHREY J.H., R.G. WHITE: in: Kurzes Lehrbuch der Immunologie. Thieme, Stuttgart 1971, S. 407 - 411
- 48) KETTLER, L.H.: Lehrbuch der speziellen Pathologie VEB Gustav Fischer, Jena (1970), S. 816
- 49) KLEMPERER, P., A.P. POLLAK, G. BAEHR: Diffuse collagen disease: acute dissimilated lupus erythematosus and diffuse scleroderma. J. Amer. med. Ass. 119 (1942)
- 50) KOLAR, J., V.BEK, L. JANKO, L.VYHNANEK, A. BABICKY, D. DRAPELOVA: Zu Sinn und Grenzen der Knochendiagnostik mit ^{85}Sr . Fortschr. Röntgenstr. 106 (1967) 216
- 51) KOLAR, J., V. BEK, L. JANKO, A. BABICKY, L.VYHNANEK: Diagnostik und Kontrollmöglichkeiten mit ^{85}Sr bei Skelettmetastasen des Mammakarzinoms. Strahlenther. 136 (1968) 289
- 52) KOLAR, J.L. VYHNANEK, J. JANEK, A. SREDA, V. BEK, M. KRALOVA, A. BABICKY, L. JANKO: Diagnostik mit radio-aktiven Isotopen in der Orthopädie. Zschr. Orthopäd. u. Grenzgeb. 104 (1968) 414 - 425
- 53) KOLAR, J., A. STREDA, V. BEK, A. BABICKY, B. BIBR, L. JANKO, M. KRALOVA: Untersuchungen bei sog. primären und sekundären Gelenknekrosen mit knochensuchenden radio-aktiven Isotopen. Fortschr. Röntgenstr. 108 (1968) 487 - 492

- 54) KOLAR, J., A. BABICKY, V. BEK, B. BIBR, L. JANKO, A. STREDA, A. SUSTA: Isotopendiagnostik bei Gelenkerkrankungen. In: R. GLAUNER (Hrsg.): Angiologie und Szintigraphie bei Knochen- und Gelenkerkrankungen. Thieme, Stuttgart 1971, S. 69
- 55) MATHIES, H.: Diagnostik der entzündlich-rheumatischen Erkrankungen des Skelettsystems. Beiheft zu Fortschr. Röntgenstr., Thieme (1972)
- 56) MECKLENBURG, R.L.: Clin. value of gen. prod. ^{87m}Sr J. nucl. Med. 5 (1964)
- 57) MIEHLKE, M.J., KOLHARDT: Die Basistherapie der chronischen Polyarthritits. Med.Klin. 65 (1970), 1065
- 58) MISHKIN, F.S., I.C. REESE: ^{113m}In für scanning and kidney. J. Nucl. Med. 9 (1968) 369
- 59) MYERS, W.G.: Abstract, J.nucl. Med. 1 (1960) 124
- 60) PARSONS, V.; M. WILLIAMS: Strontium - 85 scanning of suspected bone disease. Brit.med. J. (1969), I., 19
- 61) PITZEN, P.; H. RÖSSLER: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Orthopädie. Urban + Schwarzenberg, München-Berlin, Wien, (1970), S. 60
- 62) QUIMBY, E.H.; S. FEITELBERG; S. SILVER: Radioactive isotopes in clinical practice. Lea and Felbinger, Philadelphia, (1958)
- 63) ROSENTHALL, L.: The use of Strontium 85 for the detection of bone lesions. J.Can.Ass. Radiol. 15 (1964) 53
- 64) SANDRITTER, W.: Histopathologie, Lehrbuch u. Atlas Schattauer, Stuttgart (1968), S. 216

- 65) SAUER, R.: Die Stellung des Strontium-87m in der Skelettszintigraphie. Vergleichende Untersuchungen mit Strontium-85. Schweiz. med. Wschr. 101 (1971) 1129
- 66) SCHEER, K.E., H. HARBST, H. KAMPMANN, K. WINKEL, W. MAIER-BORST, W.J. LORENZ, L. BILANIUK: Bone scintigraphy with ^{18}F and $^{87\text{m}}\text{Sr}$. In: Med. Radioisotope Scintigraphy. Int. Atomic Energy Agency, Salzburg 1968
- 67) SILBERBERG, M., R. SILBERBERG: Steroid hormones and bone in: The Biochemistry and Physiology of Bone, Vol.III, ed. by: Geoffrey, H. Bourne. Academ. Press, New York and London, (1971)
- 68) SPENCER, H.: J. Clin. Invest. 36 (1957), 680
- 69) SPENCER, B.R., R. HERBERT, W.W. RISH, W.A. LITTLE: Bone Scanning with ^{85}Sr , $^{87\text{m}}\text{Sr}$ and ^{18}F . Brit. J. Rad. 40 (1967) 641
- 70) STEINBROCKER, O., C.H. TRAEGER, R.C. BATTERMANN: Therapeutic criteria in rheumatoid arthritis. J. Amer. Med. Ass. 140 (1949) 659
- 71) UMEK, H., H. SORANTIN, H. CZEMBIREK: "Knochenszintigraphie mit $^{87\text{m}}\text{Sr}$ und ^{85}Sr ." Fortschr. Röntgenstr. 110,2 (1969) 209 - 214
- 72) WAGNER, H.B. jr.: Diskussionsbeitrag: 15th Am. Meeting of Society of Nucl. Medicine, St. Louis, June 27-30-1960
- 73) WEBER, D.A., E.J. GREENBERG, A.DIMICH, P.J. KENNY, E.O. ROTHSCHILD, W.P.L. MYERS, J.S. LAUGHLIN: Kinetics of radionuclides used for bone studies. J. Nucl. Med. 10 (1969) 8 - 17

- 74) WOCHNER, D., M. ADATEPE, A.v.AMBURG, E.J. POTCHEN:
A new method for estimation of plasma volume with the
use of the distribution space of Indium-113m-transferrin.
J. Lab. Clin. Med. 75 (1970) 711
- 75) DORSCH, B.: mündl. Mitteilung

Danksagung

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. K. W. Frey danke ich für die Überlassung des Themas, wertvolle Hinweise und Anregungen und die Korrektur der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. J. Lissner danke ich für die Möglichkeit, an seinem Institut experimentell arbeiten zu dürfen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. Büll für seine tatkräftige und freundliche Unterstützung.

Sehr herzlich bedanke ich mich bei Herrn Dr. Schattenkirchner und seinen Mitarbeitern für ihre Mithilfe und die Überlassung klinischer Untersuchungsergebnisse.

Den medizinisch-technischen Assistentinnen in der Nuklearmedizinischen Abteilung danke ich für ihre Hilfsbereitschaft.

Besonders herzlich bedanke ich mich bei meinem Freund Bernd Vogel für seine Hilfe bei der Erstellung des Computer-Programmes und der Lösung von Fragen der Statistik.

Lebenslauf

=====

Eltern: Dr. Walter Dorsch, Arzt
Elisabeth Dorsch, geb. Szilágyi

Geburt: am 11. Januar 1949 in Weilheim/Obb.

Schulen: 1955 - 59 Volksschule a.d. Amalienstraße, München
1959 - 60 Maxgymnasium, München
1960 - 65 Kloster Schäftlarn, Humanist. Gymnasium
1965 - 68 Wilhelmsgymnasium, München
1968 Abitur am Wilhelmsgymnasium

Studium: 1968 - 71 Vorklinisches Studium in München
1971 Klinisches Studium in München, LMU
1971 - 72 Studienjahr an der Universität Zürich
1972 - 74 Klinisches Studium in München, LMU
1974 Staatsexamen am 19. Juni

MA-Ausbildung: seit September 1974 im Kreiskrankenhaus Schongau,
bis März 1975 auf der Inneren Abteilung, seitdem
auf der Chirurgischen Abteilung

Ich bin verheiratet und habe eine kleine Tochter von 5 Monaten.

